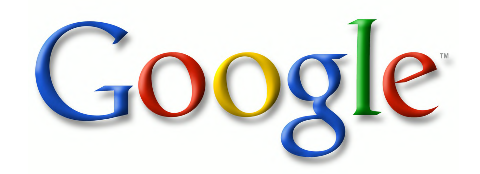
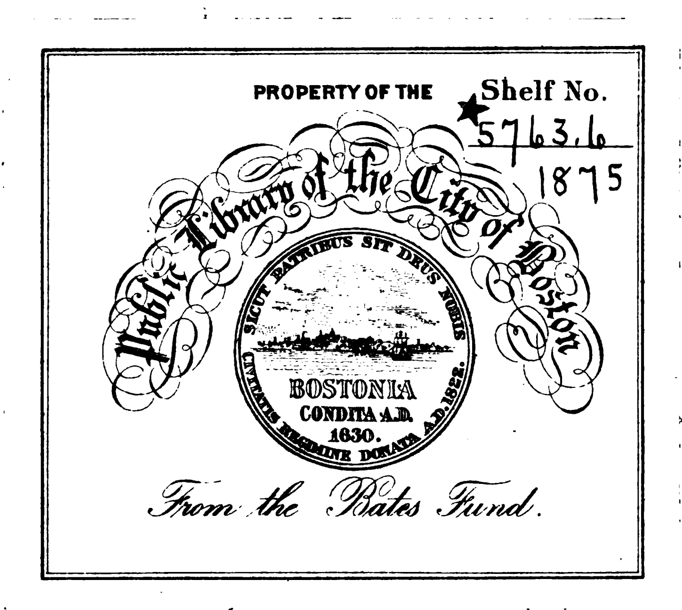
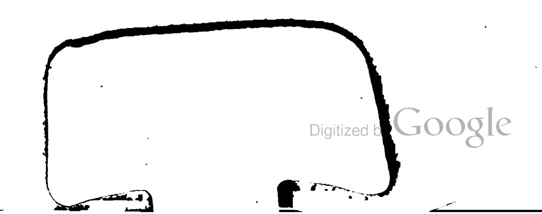



PROPERTY OF THE
Shelf No.
*5763.6
1875
Public Library of the City of Boston
SICUT PATRIBUS SIT DEUS NOBIS
BOSTONIA
CONDITA A.D.
1630.
CIVITATIS REGIMINE DONATA A.D. 1822.
From the Bates Fund.



ARBEITEN

AUS DER

PHYSIOLOGISCHEN ANSTALT ZU LEIPZIG

ZEHNTER JAHRGANG: 1875

MITGETHEILT

DURCH

C. LUDWIG.



MIT 12 TAFELN UND 34 HOLZSCHNITTEN.

Abdruck aus dem XXVII. Bande der Berichte der mathem.-phys. Classe der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1876.

ARBEITEN

AUS DER

PHYSIOLOGISCHEN ANSTALT ZU LEIPZIG

ZEHNTER JAHRGANG: 1875

MITGETHEILT

DURCH

C. LUDWIG.



MIT 12 TAFELN UND 34 HOLZSCHNITTEN.

Abdruck aus dem XXVII. Bande der Berichte der mathem.-phys. Classe der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1876.

INHALT.

Seite

Ueber den Einfluss einiger willkürlich Veränderlichen auf die Zuckungshöhe des untermaximal gereizten Muskels. Von Dr. E. Tiegel. (Mit 14 Holzschnitten.) . . . . (81) 1

Ueber die krystallisirenden Bestandtheile des Lungensaftes. Von G. Grübler . . . . (131) 51

Ueber den Druck in den Blutcapillaren der menschlichen Haut. Von Dr. N. v. Kries. (Mit 4 Holzschnitten.) . . . . (149) 69

Neue Mittheilungen über die Lymphgefässe der Leber. Von Dr. Albrecht Budge. (Mit einer Tafel in Farbendruck.) (161) 81

Ueber die Oxydation von Glycocoll, Leucin und Tyrosin, sowie über das Vorkommen der Carbaminsäure im Blute. Von Dr. E. Drechsel. . . . . (172) 92

Beiträge zur Anatomie der Cutis des Hundes. Von W. Stirling. (Mit 2 Tafeln in Farbendruck.). . . . . (181) 101

Ueber das Verhältniss der mit dem Eiweiss verzehrten zu der durch die Galle ausgeschiedenen Schwefelmenge. Von Dr. A. Kunkel . . . . (232) 112

Ueber die chemischen Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages. Von Dr. Merunowicz. (Mit 15 Holzschn.). (252) 132

Ueber die Stellung des nervus vagus zum nervus accelerans cordis. Von N. Baxt. (Mit 9 Tafeln.) . . . . (299) 179

Ueber den Einfluss des gereizten nervus splanchnicus auf den Blutstrom innerhalb und ausserhalb seines Verbreitungsbezirkes. Von Dr. v. Basch. (Mit 1 Holzschnitt.) . . . . (373) 229

Die eingeklammerten Seitenzahlen beziehen sich auf die fortlaufenden Seiten des XXVII. Bandes der Sitzungsberichte der math.-phys. Classe der K. S. Gesellsch. der Wissenschaften.

Ueber den Einfluss einiger willkürlich Veränderlichen auf die Zuckungshöhe des untermaximal gereizten Muskels.

Von

Dr. E. Tiegel.

Mit 14 Holzschnitten.

Nachdem der Tetanus als natürliche Contractionsform der quergestreiften Muskeln und seine Entstehung aus der Summation einzelner Zuckungen erkannt war, entstand naturgemäss die zuerst von *Helmholtz* präzisirte Aufgabe, die bei einfachen Zuckungen auftretenden Erscheinungen zu studiren, um aus ihnen die Besonderheiten, welche der Tetanus darbietet, verstehen zu lernen. Da bei jeder natürlichen (tetanischen) Contraction eines Muskels die Curve des Gleichgewichtes seiner Energie mit der Energie der entgegenwirkenden Kräfte nach der Zeit thatsächlich und analytisch als eine Function der Curve des Gleichgewichtes bei einer einzelnen Zuckung erscheinen musste, so suchte *Helmholtz* diese letztere Curve experimentell zu finden.

Fragen wir nach den Veränderungen der Arbeitsfähigkeit eines Muskels durch die Arbeit selbst, so ist die allgemeinste Aufgabe: die Arbeit eines Muskels und die Form ihrer Gleichgewichtscurve für irgend einen beliebigen aber bestimmten Reiz und beliebige aber bestimmte, entgegenwirkende Kräfte anzugeben, wenn der Muskel vorher Arbeiten von beliebiger aber bekannter Curvenform geleistet hat. Auch hier muss der einfachste und zuerst zu behandelnde Fall der sein, dass überhaupt nur einfache Zuckungen vorkommen, oder wenigstens nur die Veränderung der Arbeitsleistung bei diesen studirt wird.

Wie bekannt hat *Kronecker* Vieles von dieser Aufgabe gelöst, aber nur für den Fall, dass maximale Reize den Muskel

direkt treffen. Ich versuchte, die Aufgabe für untermaximale Reize und für die Erregung des Muskels von Nerven aus zu behandeln. Als der Muskelzuckung entgegenwirkende Kraft benutzte ich die Schwere, als Reiz Inductionsschläge.

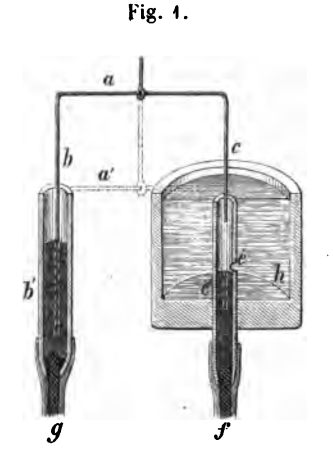
Die Frage, wie die Arbeit eines Muskels sich ändert je nach der Natur der entgegenwirkenden Kräfte und wie überhaupt die Arbeit eines Muskels bei einer einzelnen Contraction am besten gemessen wird, ist noch nicht in erschöpfender Weise behandelt. Die Einfachheit und Präzision der von *Kronecker* gefundenen Gesetze veranlassten mich indessen die Arbeit der Muskeln auf dieselbe Weise zu messen, wie er es gethan hat. Ein Theil meiner Versuche ist auch an seinem Apparat gemacht und bei den andern wurde doch nach demselben Prinzipe als Maass der Arbeit bei einer Zuckung die Länge des Striches genommen, welchen ein leichter einarmiger Hebel mit seinem freien Ende auf die Kymographiontrommel zeichnete, wenn der Muskel an der Mitte des Hebels zog und die belastenden oder überlastenden Gewichte an derselben Stelle angehängt waren.

Bevor ich jedoch die angewendeten Apparate beschreibe, muss ich von einer technischen Schwierigkeit reden, deren Ueberwindung mir besondere Mühe gemacht hat. Wegen Ungleichheiten der Schliessungen und Oeffnungen des galvanischen Stromes in der primären Spirale des Inductionsapparates gelang es mir lange nicht, gleich starke untermaximale Reize in beliebiger Zahl zu erhalten. Um ähnliche Uebelstände zu heben, wurde von *Pflüger* ein »Fallhammer« construirt, der indessen, nach den Erfahrungen des Erfinders selbst, im Allgemeinen die Aufgabe nicht löst, beliebig oft einen Strom in derselben Weise zu öffnen oder zu schliessen. Die Schliessungen namentlich sind um so ungleicher aus je grösserer Höhe der Hammer fällt. *König* giebt als Ursache hiervon Folgendes an. In dem Moment, wo der Schluss dadurch zu Stande kommen soll, dass ein an dem Hammer befestigter Bügel in Quecksilber eintaucht, wird das Quecksilber von diesem Bügel, nachdem der Schluss schon bewirkt war, wieder weggeschleudert und schwingt nachher zum Bügel zurück. Statt eines einfachen Schlusses entsteht so Schluss, Oeffnung und wieder Schluss. Man vermeidet diesen Uebelstand nach *König* dadurch, dass man den Bügel nur aus geringer Höhe fallen lässt und ihn aus amalgamirtem Kupfer macht. Andere Unregelmässigkeiten werden durch chemische Veränderungen

der Quecksilberoberfläche herbeigeführt, die zu eliminiren bei häufigem Gebrauch desselben Contactes sehr nothwendig ist.

Für meine Zwecke genügend und praktisch fand ich folgende in Fig. 1 etwas vergrössert wieder gegebene Einrichtung. Vermittelst einer später zu beschreibenden, sich drehenden Scheibe konnte ich in beliebigen Intervallen einen Platinbügel *b a c* um 1 Cent. heben und ihn nachher wieder ebensoweit frei fallen lassen. Der Contact wird nun dadurch hergestellt, dass der Bügel solange er sich in seiner tiefsten Stellung befindet zwei in capillaren Röhren *g* und *f* eingeschlossene Quecksilbermassen, *b'* und *b'* Fig. 1 mit einander verbindet, die ihrerseits durch dicke in die capillaren Glasröhren angekittete Kupferdrähte mit den anderen Theilen der Leitung in Verbindung stehen. Auch bei der höchsten Stellung des Bügels wird die eine Branche desselben, *b*, nicht aus der zu ihr gehörenden Quecksilbermasse herausgehoben, wohl aber ist dies mit der anderen *c* der Fall, deren unteres Ende sich dem ungefähr 8 mm über der zu ihr gehörenden Quecksilberkuppe befindet. In seiner tiefsten Stellung taucht der Bügel mit seinem Ende *c'* $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm tief in das Quecksilber ein. Dieses wird dadurch in dem Capillarrohr so weit zum Steigen gebracht, dass seine Kuppe in das Niveau einer am Capillarrohr angebrachten seitlichen Oeffnung gehoben wird. Einige mm unter dieser Oeffnung ist das Röhrchen durch einen breiten dicken Kautschukring gesteckt, auf den ein 15 mm hoher Glasring gesetzt ist. Es wird so um das obere Ende des Capillarrohrs herum ein Glasgefäss gebildet, welches mit einer Mischung von $\frac{2}{3}$ Volumtheilen Alkohol und $\frac{1}{3}$ Volumtheil Wasser angefüllt wird.

Fig. 1.



Wenn nun der Contact spielt, d. h. wenn in regelmässigen Intervallen der Bügel gehoben und wieder frei fallen gelassen wird, so entsteht beim Heben am Ende *c'* zunächst ein Oeffnungsfunke, nach welchem auf der Hg-kuppe eine kleine Oxydschicht

zurück bleibt. Wegen der Oberflächenspannung der Kuppe zerreisst diese Schicht aber sofort, setzt sich an die tieferen Stellen der Oberfläche an und lässt an deren höher gelegenen Theilen reines Hg. frei. Diese sind es aber, auf die der Bügel bei seinem freien Falle treffen soll und mit denen er dann einen immer gleichen Schluss der Kette bildet. Ein Schleudern des Hg., in Folge dessen erst Schluss, dann Oeffnung und wieder Schluss entstände, kann nie statt haben, weil hierzu das Rohr zu enge ist, so dass das Hg. nur nach oben hin ausweichen kann, nicht nach der Seite. Im Moment, wo der Bügel einfällt, soll das Hg. zum Niveau der seitlichen Oeffnung des Capillarrohrs gehoben werden, damit die vom Oeffnungsfunken hier zurückgebliebene Oxydschicht zu dieser Oeffnung zum Röhrchen hinaus rutscht und sich in der umgebenen Flüssigkeit vertheilt. Der Bügel ist im Verhältniss zum Capillarrohr so dick, dass er die Flüssigkeit bei seiner Hebung zum seitlichen Loche herein über die Hg-Oberfläche weg ansaugt und sie beim Fallen auf dem umgekehrten Wege wieder hinaustreibt. Auf diese Weise kommt eine regelmässige Spülung zu Stande, und wenn man nun die Spülflüssigkeit von Zeit zu Zeit erneuert, erhält man Tausende von gleichen Schliessungen. Ausser den angeführten habe ich aber noch folgende Regeln besonders hervorzuheben.

Es ist unerlässlich, dass der Bügel aus einer Höhe von 1 Cent. wirklich frei falle. Wenn er sich irgendwo reibt und nur langsam auf das Hg. herunterkommt, so schlägt er durch die Oberfläche des letzteren nicht durch, sondern drückt in dieselbe nur eine Delle ein, und können dann nie vollkommen zu vermeidende Staub- oder Oxydtheilchen einen ungleichen Schluss veranlassen.

Der Bügel muss mindestens durch zwei Führungen fallen, denn nur dann kann ein seitliches Abgleiten verhindert werden, was mitunter trotz Capillarrohr ein Schleudern des Hg. zur Folge hat. Die Puncte, an denen er bei meinem Apparat auffiel, waren der Rand des Röhrchens und eine unter seiner Mitte in richtiger Höhe angebrachte Unterstützung.

Bei *c* muss das Capillarrohr so lang sein, dass der Bügel nie zu demselben und auch nie zur Spülflüssigkeit herausgehoben wird. Ersteres darf nicht geschehen, damit der Bügel auch immer sicher ins Capillarrohr hinein und nie daneben fällt, durch letzteres soll das Mitreissen von Luftblasen verhindert werden. Die kleinen Gasbläschen, welche sich beim Oeffnungs-

funken bilden, bleiben mitunter am unteren Ende des Platindrahtes haften, wenn dieses unregelmässig zackig abgeschnitten ist. Feilt man es aber auch nur einigermafsen kuppelförmig zu, so sieht man die Gasbläschen regelmässig frei in der Flüssigkeit in die Höhe steigen.

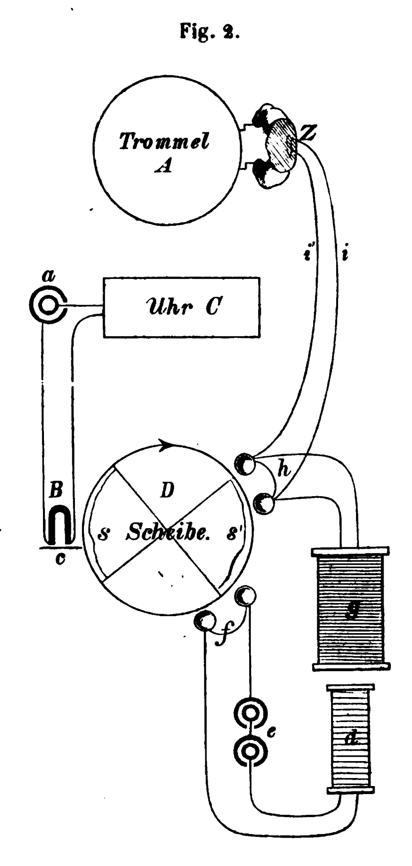
Wenn das Quecksilber Kupfer aufgelöst hat, hängt es dem Platin an und wird zum Contact unbrauchbar. Der in das untere Ende des Röhrchens bei *f* eingekittete dicke Draht ist darum an seinem oberen Ende mit einem Platinblech umwickelt, welches die direkte Berührung von Kupfer und Quecksilber verhindert.

Statt der eingelackten Kupferdrähte Platindrähte in die Röhrchen einzuschmelzen ist unzulässig, denn dieselben erwärmen sich, ändern den Widerstand, gewinnen so einen Einfluss auf die Zuckungshöhe des Muskels und springen leicht ab.

Um meine Apparate rascher beschreiben und die Versuche in einer übersichtlichen Form darstellen zu können, muss ich einiges von den Resultaten vorweg nehmen. Die Zuckungshöhen, welche durch Inductionsschläge von einem Muskel gewonnen werden können, verhalten sich wesentlich verschieden, je nachdem der Muskel von seinem Nerven aus erregt wird oder an einem curarisirten Thiere direkt. Eine andere sehr einflussreiche Variable ist der Blutgehalt des Muskels, so dass derselbe ein ganz verschiedenes Verhalten zeigt, je nachdem er mit Kochsalzlösung ausgespült ist, also möglichst wenig Blut enthält, oder die normale Circulation in ihm möglichst erhalten ist. Für vier Grenzfälle gelang es mir so, gewisse feste und einfache Gesetze zu finden, auf die ich immer zurückkommen muss, um das Verhalten des Muskels in irgend einem dazwischen liegenden Fall zu besprechen. Die vier Grenzfälle sind: das Thier ist mit Kochsalzlösung ausgespült 1. es ist curarisirt und werden die Muskeln direkt gereizt, 2. die Muskeln werden am unvergifteten Präparat vom Nerven aus erregt, die normale Circulation ist möglichst gut erhalten, 3. das Thier ist curarisirt, es werden die Muskeln direkt gereizt, 4. es werden die Nerven des unvergifteten Thieres gereizt.

Für jeden dieser vier Fälle war der Apparat ein etwas anderer. Die Stücke, welche immer blieben, waren folgende (siehe Fig. 2). *A* Ein Kymographion, auf dessen berufster Trommel

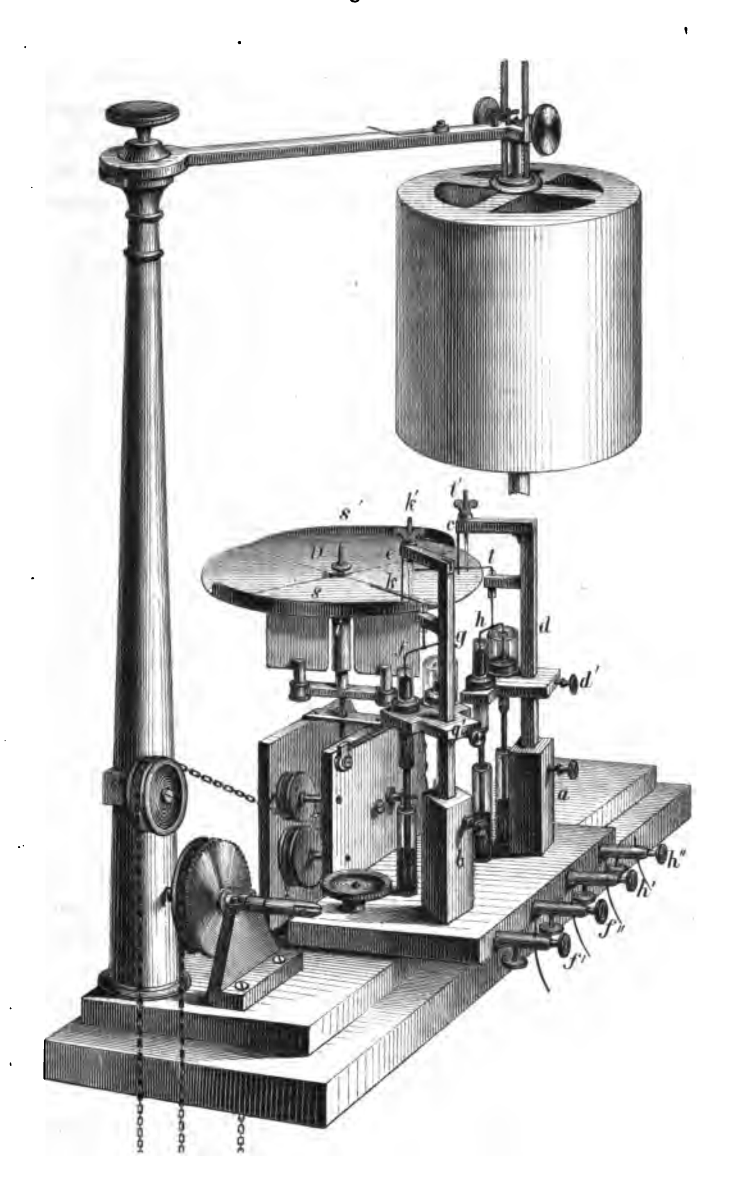
Fig. 2.



die Muskeln ihre Zuckungshöhen aufschrieben. *B* Ein Elektromagnet, welcher die Windflügel des Kymographions anhielt und dieselben nur in regelmässigen Intervallen um je eine halbe Drehung laufen liess, so dass genau wie bei den Versuchen von *Kronecker* die Trommel in immer gleichen Intervallen sprungweise um ein gleiches Stück sich drehte. *C* Die *Bowditch*'sche Reizuhr; sie besorgte das Spiel des Elektromagneten und regulirte auf diese Weise das Tempo der Trommeldrehung. *D* Eine kreisrunde messingene Scheibe, welche an ihrer Mitte so auf die Axe des Windflügels aufgeschraubt war, dass ihre Ebene senkrecht zu derselben stand. An zwei einander diametral gegenüberliegenden Stellen ihres Randes sind auf die Scheibe zwei dreieckige Blechstreifen *s s'* aufgelöthet, so dass bei jeder halben Drehung des Windflügels einer dieser Streifen unter den Bügeln von zwei Capillarcontacten hinführt, dieselben erst ein Cent. hoch hebt und sie hernach frei fallen lässt.

Die bisher zur Abblendung eines der Inductionsreize benutzten Elektromagneten konnte ich nicht verwenden, weil die Aenderung des Magnetismus, die durch die Näherung des Ankers bedingt wird, schon einen Strom inducirt, welcher das Froschpräparat zur Zuckung veranlassen kann. Meine Einrichtung (s. Fig. 3) bestand zunächst aus einer Scheibe *D*, welche auf der Axe des zum Kymographion gehörigen Windflügels sass.

Fig. 3.



An ihrem Rande war die Scheibe von zwei aufrechten Blechstreifen *s s'* umsäumt, welche an ihrem einen Ende ganz allmählich in die Ebene der Scheibe übergingen, während sie am andern senkrecht gegen dieselbe abgeschnitten waren. Jeder dieser Streifen nahm einen Quadranten des Scheibenumfanges ein; und beide waren durch ein gleiches Stück des Umfangs von einander getrennt. Auf der Scheibe lagen zwei leichte Drähte *k* und *t* frei auf, die an Fäden hingen, welche in die Schraubenenden von *k'* und *t'* befestigt waren. Wo die Drähte den Rand der Scheibe überragten, waren sie unter einem rechten Winkel nach unten gebogen und schliesslich an einen Bügel gelöthet, dessen freie Enden in zwei entsprechend gestellte Quecksilbergefässe tauchten, welche man als die Contacte wieder erkennt, die in Fig. 1 abgebildet sind. Da schon früher das Nöthige über die Führung der Bügelenden innerhalb der Quecksilbergefässe bemerkt ist, so erübrigt hier nur noch die Darstellung ihres Hubs. Jedes der Drähtchen *k* und *t* hängt an einem Faden, der, wie erwähnt, an das Ende der Schraube *k'* und *t'* angeknüpft ist; die Schraube selbst aber sitzt in dem hölzernen Galgen *g d*, dessen Stamm die Brettchen *g' d'* trägt, in welche die Contacte eingelassen sind. Unten ist der Stamm in zwei Hülsen *a b* eingelassen, in denen er verschoben und festgeschraubt werden kann. Mit Hilfe dieser Einrichtung kann die am Galgen befestigte Schraube *k' t'* in die entsprechende Lage gebracht und mit der letzteren kann der Faden, welcher das Drähtchen hält, so eingestellt werden, dass dieses gerade noch die Scheibe berührt, wenn jener gespannt ist. Aus dieser Beschreibung ist ersichtlich, dass der Draht *k* und *t* beim Umgang der Scheibe *D* auf den obern Rand des Blechs *s s'* gehoben werden muss, wenn er noch daran behindert war, vor dem herantretenden abgeschrägten Rande in horizontaler Richtung auszuweichen. Dieses und damit auch das Einklemmen der Bügel in den Quecksilbergefässen wird unmöglich durch die Stäbchen *c c*, welche vom freien Rande des Galgens vor der Schraube *k' t'* bis nahe auf die Fläche der Scheibe *D* herabreichen. Zur weiteren Sicherung des senkrechten Ganges der Bügelarme geht der nach unten gebogene Fortsatz von *k* und *t* noch durch eine Führung, wie dieses die Figur darstellt.

Von diesen beiden Contacten waren der eine *f* mit einem Schlitteninductorium in der Weise verbunden, dass, je nach Wunsch, entweder der Oeffnungs- oder der Schliessungsschlag



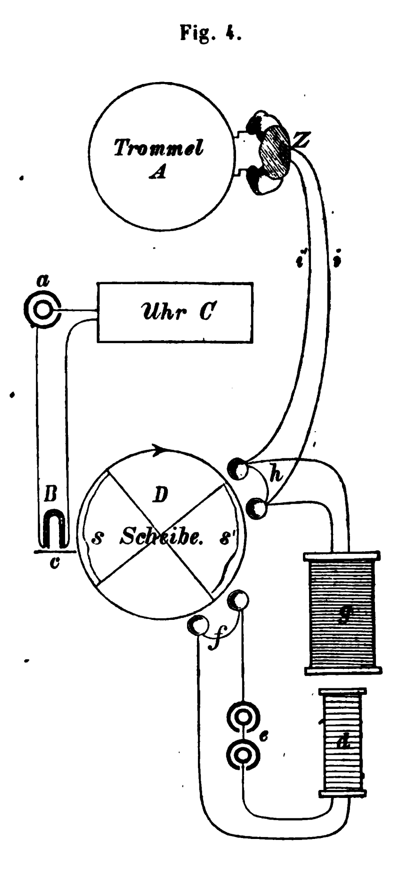


Fig. 4.

abgeblendet wurde, während der andere *h* den Reiz zu dem Präparat *Z* führte, das nun seinerseits die Höhen der Zuckungen am Kymographion verzeichnete. Mit Hilfe der schematischen Fig. 4 (Fig. 2) lässt sich der Gang des Versuchs folgendermassen darstellen. Während der Ruhe der Scheibe *D* sind beide Contacte *f* und *h* geschlossen. Wenn nun die Scheibe sich in der entgegengesetzten Richtung des Pfeiles dreht, so öffnet sie zuerst den Contact *f*, während *h* geschlossen ist; der hiernach entstehende Oeffnungsschlag wird durch *h*, also vom Präparat abgeblendet. Nun wird aber, während *f* noch offen bleibt, auch *h* geöffnet; im nächsten Augenblick aber fällt *f* zu, während *h* noch geöffnet bleibt, und der Schliessungsinductionsschlag geht durch das Präparat. Will man diesem die Oeffnungsschläge zuführen und die Schliessungsschläge abblenden, so braucht man nur die Leitungen in umgekehrter Ordnung an *h* und *f* anzuschrauben. Für gewöhnlich wurden Schliessungsschläge benutzt.

Da es sich gezeigt hatte, dass die elektrische Leitung bei den gewöhnlichen dünnen Drähten nicht immer eine für untermaximale Reize ganz zuverlässige ist, wurden nur 2—3 Millimeter dicke, mit in Asphalt getränkter Leinewand überzogene Drähte verwendet. Dieselben sind unerlässlich für die Leitung von der secundären Spirale zum Präparat.

Die mitzutheilenden Erscheinungen machten es nothwendig

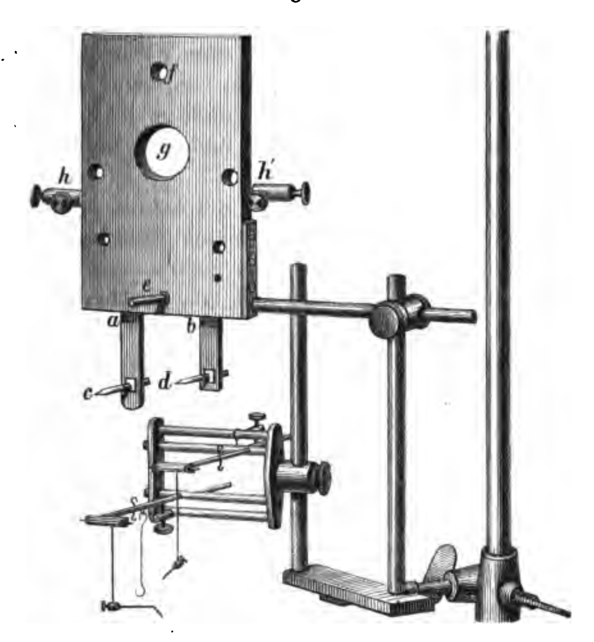
auf das sorgfältigste alle unbeabsichtigten elektrischen und magnetischen Einflüsse auf die Inductionsspiralen zu eliminiren und befanden sich diese darum in genügender Entfernung von dem einzigen verwendeten Elektromagneten.

Die galvanischen Elemente waren in einem anderen Zimmer aufgestellt, in das eine sorgfältig gelegte Leitung führte.

In der primären Rolle des Inductoriums waren Drähte, und war dasselbe von *J. J. Müller* in der von *Fick* angegebenen Weise nach Stromeinheiten graduirt. Im Folgenden werde ich die Stellung der secundären Spirale immer nur nach dieser Scala der Stromeinheiten angeben; die Zahl 1000 entspricht der Stellung bei über einander geschobenen Rollen. — Im Kreis der primären Spirale waren gewöhnlich zwei, zuweilen auch nur ein *Grove*'sches Element.

Für alle Versuche mit dem curarisirten Salzmuskel verwendete ich die Tricepsgruppe, die ich auf dem Lagerungsapparat von *Kronecker* aufspannte. Zu allen andern Versuchen verwendete ich die Gastroknemien, weil es mir bei diesen leichter gelang eine möglichst normale Circulation zu erhalten, und weil ich dabei auch bei Kochsalzpräparaten die Nerven bequemer in der gewünschten Weise reizen konnte. Folgendes war die Construction des dabei verwendeten Froschbrettes (Fig. 5). Da die Gastroknemien nicht vom Körper getrennt werden, aber nur sie an den Hebeln ziehen sollten, mussten die Kniee des Frosches fixirt werden. Zu diesem Ende waren am Brett zwei schmale Schlitten *a*. *b* in vertikaler Richtung verschieblich, die an ihren unteren Enden zwei schmale von beiden Seiten her messerförmig zugeschärfte Eisenstifte *c*. *d* trugen. Die Schlitten hatten eine Entfernung von ungefähr $3^1/_2$ Cent. Wenn ein Thier aufgespannt werden sollte, wurde ihm zunächst auf bekannte Weise ohne Blutung das Gehirn zerstört; dann wurde es auf den Bauch auf das Froschbrett gelegt und an jedem Bein unmittelbar über dem Knie eines der Messerchen zwischen Knochen und Tricepssehne durchgestossen, was ohne Blutung zu verursachen geschehen kann. Am unteren Ende des Froschbrettes befindet sich genau in der Mitte ein kurzer starker Draht *e*, auf welchem das Thier reitet. Beide Schlitten werden nun so weit nach unten geschoben, dass beide Oberschenkel gleichmässig straff angespannt erscheinen und dann werden durch Schrauben die Schlitten unbeweglich fest gestellt. Es werden so nicht nur die Beine, sondern auch

Fig. 5.



das untere Rumpfende des Thieres fixirt. Um das obere Ende zu befestigen zog ich mit einer starken Nadel dem Frosch einen starken Faden durch beide Nasenlöcher, was ebenfalls ohne Blut zu vergiessen geschehen kann, zog beide Fadenenden dann durch ein am oberen Rande des Brettes befindliches Loch *f*, und fixirte sie mit einem ins Loch gesteckten Zapfen. Aus der Mitte des Brettes ist noch ein grosses Loch *g* herausgeschnitten, um den Herzschlag des Frosches beobachten zu können. Vom Inductions-apparat her werden die Elektroden an zwei seitlich an das Brett befestigte Klemmschrauben *h h'* geführt, von denen, je nachdem Nerven oder Muskeln gereizt werden sollen, besondere Elektroden weiter gehen.

Nachdem das Thier so weit aufgespannt war, wurden seine Gastroknemien und eventuell seine Nerven präparirt. Wenn dabei die normale Circulation möglichst erhalten werden sollte, musste eine ängstliche Sorgfalt auf die Vermeidung von Blutungen verwendet werden, eine Sache, die natürlich bei einem vorher mit Na Cl-Lösung ausgespülten Thiere vollkommen weg fällt.

Der Gastroknemius erhält von der Cruralarterie zwei grössere Gefässe, die beide in der Kniekehle oder dicht oberhalb derselben, entweder in gleicher Höhe, oder doch immer sehr nahe bei einander entspringend, nach einem Laufe von wenig mm Länge in den Muskel eintreten. Sie sind gewöhnlich ungleich stark, werden wenigstens bei der Präparation meistens ungleich gefüllt gefunden.

Ungefähr 5 mm über dem Beginn der Achillessehne tritt zur Tibialfläche des Gastroknemius eine kleine Vene aus. Sie wird leicht übersehen und blutet meistens anfangs auch gar nicht, wohl aber wenn der Muskel eine Zeit lang gearbeitet hat. Man unterbindet sie, bevor man sie durchschneidet, löst dann die Achillessehne von der Pfote ab, legt eine Massenligatur um die Tibia, die ihr anliegenden Muskeln und Gefässe, untersucht das feine Bindegewebe zwischen dem Gastroknemius und den anderen Theilen des Unterschenkels und unterbindet alle Gefässe, welche in denselben verlaufend sich nach Anlegen der Massenligatur gefüllt haben. Nachher schneidet man unterhalb der Massenligatur den ganzen Unterschenkel ab, und trennt ihn vom Gastroknemius. Wo man jetzt noch Blutungen erkennen kann, muss man sie sorgsam stillen. Besonderer Aufmerksamkeit empfehle ich die Hautgefässe. Die Haut des Unterschenkels wird natürlich erhalten, indem man sie vor der Präparation so weit als nöthig zurück manchettirt, und sie nachher wieder über den Gastroknemius streift.

Auf die Höhe, in welche man die Massenligatur legt, ist besondere Rücksicht zu nehmen. Wenn man sie zu tief legt, so behindert der Unterschenkelstumpf die Bewegungen des Gastroknemius; legt man sie zu hoch, so zerrt sie die Muskelarterien, und beeinträchtigt die Ernährung des Gastroknemius in einer beim Experiment sehr merklichen Weise. Reizt man die Nerven, so legt man die Ligatur so hoch wie möglich; will man aber die Muskeln direkt reizen, so muss man sie so tief wie möglich legen, weil es von Vortheil ist die Elektroden in die Tibialstümpfe einzustecken.

Bei direkter Muskelreizung werden in die Klemmschrauben des Brettes starke Kupferdrähte eingeschraubt. Diese hängen so weit nach unten, dass sie ungefähr die Höhe der Achillessehne erreichen. Feine kurze Platindrähte sind an sie angelöthet. Letztere werden entweder um die Tibialstümpfe gewickelt, oder



durch die Achillessehne durchgesteckt. Es gelingt leicht, die Drähte so zu biegen, dass sie in keiner Weise die Bewegungen des Gastroknemius beeinflussen. Der reizende Strom würde so in den einen Gastroknemius eintreten, durch den Froschkörper hindurchgehen, und zum anderen Gastroknemius wieder austreten. Wie ich aber erfahren habe, verlangt es die Reinheit des Versuches, dass der Strom nicht durch den Froschkörper geht und lege ich darum immer einen starken Kupferdraht als Abblendung quer über die beiden hinteren Enden der beiden zwischen Tricepssehne und Femur hindurch geführten Messerchen.

Die Verbindung der Achillessehnen mit den Hebeln geschieht bei Nervenreizung durch Fäden, bei direkter Muskelreizung durch Glashaken. Die constante horizontale Entfernung der beiden Hebel ist gleich der constanten Entfernung der beiden Messerchen, wodurch immer die Längsaxe der Gastroknemien genau vertikal gestellt werden kann.

Wenn die Nerven gereizt werden sollen, so spaltet man über dem Steissbein seiner ganzen Länge nach erst die Haut und dann die Fascien. Hierauf trennt man mit einem Messer von unten nach oben das Steissbein seiner ganzen Länge nach möglichst sauber von den Muskeln ab und durchschneidet es an seinem oberen Ende dicht unter der Wirbelsäule. Hält man jetzt die in der Regel nicht blutenden Wundränder aus einander, so sieht man die Aorta sich in die Iliacä theilen und zu ihren beiden Seiten die Nervenplexus. Ein Theil derselben geht oberhalb, ein anderer unterhalb der Iliacä weg, und werden diese darum bei einer Zerrung des Plexus comprimirt, was natürlich beim Blutpräparat nicht geschehen darf. Von den Plexus gehen, soweit dieselben frei gelegt sind, 3—4 feine Fädchen zur Aorta und verbinden sich dort jederseits zu einem feinen Faden. Diese quer laufenden Fädchen müssen durchschnitten werden. Man kann nun dicht am oberen Wundrande einen 5—7 mm breiten Pergamentstreifen, der mit Salzlösung getränkt ist, unter die beiden Plexus schieben und sie an demselben so weit in die Höhe heben, dass man ohne Zerrung die Elektroden unter die Nerven legen kann. Die Elektroden haben im Wesentlichen dieselbe Einrichtung, wie die im hiesigen Institute zur Reizung tiefliegender Nerven verwendeten. Für gewöhnlich hatte ich Platindrähte in sie eingezogen; wenn ich mit unpolarisirbaren Elektroden reizen wollte, konnte ich Zinkdrähte einlegen. Auf

die weitere Einrichtung der unpolarisirbaren Elektroden werde ich indessen später noch zurückkommen. In die Platinelektroden wurde, nachdem sie die Nerven in ihrer Rinne aufgenommen hatten, noch ein kleiner, gut mit Salzlösung getränkter Fliesspapierbausch eingelegt und hierauf das Schlussstück so angeschraubt, dass die beiden Enden des Pergamentes herausragten und abgeschnitten werden konnten. Die Elektroden wurden hierauf mittelst einer Eichel an einem 9 Cent. langen, starken auf das Froschbrett aufgesteckten Drahte in der geeignetsten Höhe, überhaupt in der geeignetsten Lage so fest gestellt, dass weder die Nerven noch die Blutgefässe wesentlich aus ihrer normalen Lage gerückt waren. Dabei kamen sie mit ihrem unteren Ende in den Körper des Thieres hinein zu liegen und wurden die Wundränder dicht an sie angenäht. So ist es mir nie begegnet, dass die Nerven von Vertrocknung oder Zerrung zu leiden gehabt hätten. Die Verbindung zwischen den Elektroden und den Klemmschrauben am Brett wurde mit Kupferdrähten hergestellt.

Auf diese Weise reizte ich die Nerven beider Gastroknemien mit einem und demselben Elektrodenpaar. Im Anfange pflegte ich nur mit einem Muskel zu arbeiten und legte ich dann in ähnlicher Weise die Elektroden an den nervus ischiadicus an irgend einer Stelle seines Laufes zwischen den Muskeln des Oberschenkels an.

Um zu vermeiden, dass der ganze Plexus ischiadicus gereizt werde, konnte man daran denken nur die zum Gastroknemius gehenden Fasern jederseits aus denselben herauszusuchen und nur diese auf die Elektroden zu legen. Wenn dieses auch gelingen würde, so würde man ohne Zweifel eine so bedeutende Zerrung der Plexus verursachen, dass die Circulation in den Iliacä behindert würde.

Von dem Verhalten der blutlosen Präparate.

Um die Frösche blutlos zu machen, wurden sie mit 0,5%iger Na Cl-Lösung ausgespült, die ich in die Cava abdominalis gegen das Herz hin einleitete. Wo ich die Tricepsgruppe benutzte, spritzte ich die Präparate zuweilen von der Aorta her aus. Um bei den curarisirten Präparaten das Gift nicht wieder zu den Muskeln herauszuspülen, wurde die letzte Kochsalzlösungportion jeweils mit etwas Curare versetzt. Wie ich zu zeigen haben



werde, gaben übrigens die Experimente selbst das beste Criterium dafür, ob die Präparate vollkommen ausgespült waren oder nicht.

Vom curarisirten blutlosen Muskel. Die an diesem gewonnenen Resultate lassen sich kurz, wenn auch nicht ganz erschöpfend dahin zusammenfassen, dass für ihn jeder untermaximale Reiz sich so verhält, wie es nach *Kronecker* der maximale für den bluthaltigen nicht curarisirten Muskel thut, während beim nicht vergifteten und beim bluthaltigen für untermaximale Reize andere Gesetze gelten.

Insbesondere lassen sich folgende Gesetze formuliren, die für den curarisirten blutlosen Muskel als Erweiterung der *Kronecker*'schen erscheinen.

I. *Die Ermüdungscurve des in gleichen Zeitintervallen mit gleich starken Inductionsschlägen gereizten überlasteten Muskels ist immer eine gerade Linie, mag der Reiz nun maximal oder untermaximal sein, wenn nur der Muskel curarisirt und blutlos ist.*

So oft man einen richtig präparirten Muskel bei einem und demselben Rollenabstand in demselben Tempo reizt, liegen immer die oberen Endpuncte der in gleichen Abständen gezeichneten Zuckungshöhen in einer geraden Linie. Dies gilt auch dann, wenn man vorher bei irgend einem anderen grösseren oder geringeren Rollenabstande gereizt hat. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden manchmal nur die ersten 20—30 Zuckungen, bei denen die Curve statt abzufallen ansteigt. Wie ich später zu zeigen haben werde ist dieser ansteigende Theil, der übrigens in den meisten Fällen überhaupt nicht merklich ist, mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass in den Muskeln trotz der Spülung noch Blutreste zurückgeblieben sind.

Zum Beweise des geradlinigen Abfalles ziehe ich jeder Messung und Rechnung das einfache Anlegen eines Lineales vor, da auf diese Weise die wenigsten Fehlerquellen involvirt werden. Wenn ich kein Facsimile einer ganzen Curve gebe, so geschieht es nur, weil dasselbe eben im Wesentlichen gerade so aussehen würde, wie die von *Kronecker* facsimilirten Curven.

Bezeichnen wir auch hier die Differenz je zweier benachbarter Zuckungen einer und derselben Reizstärke mit D, so ist vor Allem die Frage zu stellen: wie verhalten sich die D, welche von einem und demselben Muskel bei verschiedenen Rollenabständen gewonnen werden zu einander. Es ist mir nicht gelungen



eine ganz allgemeine Beziehung der den einzelnen Rollenabständen zugehörenden D zu diesen oder zu den ersten Zuckungshöhen zu finden, ja es zeigte sich sogar, dass scheinbar ganz regellos die D für eine und dieselbe Reizstärke bei einem und demselben Muskel sich ändern, sobald man für mehr als etwa 20—30 Zuckungen die Reizstärke, sei es nach der einen oder anderen Seite hin verlassen hat.

Als Beispiel gebe ich hier eine Tabelle, welche in Zahlen alle Daten enthält, die von einem Versuche gewonnen wurden.

Tempo = 4″

Gesammtzahl der seit dem Beginn des Versuches erfolgten Reize.	Reizstärke nach Stromeinheiten.	Anzahl der bei nebenstehender Reizstärke gegebenen Reize.	Rechter Muskel. Höhe der ersten Zuckung nach jeder Reizänderung in mm.	Rechter Muskel. Höhe der letzten Zuckung vor jeder Reizänderung in mm.	Rechter Muskel. D für den betreffenden Reiz.	Linker Muskel. Höhe der ersten Zuckung nach jeder Reizänderung in mm.	Linker Muskel. Höhe der letzten Zuckung vor jeder Reizänderung in mm.	Linker Muskel. D für den betreffenden Reiz.
0	60	200	6,0	3,0	0,015	5,0	1,0	0,025
200	100	200	5,3	2,3	0,010	5,0	0,5	0,022
400	200	155	7,7	2,6	0,032	7,0	3,6	0,022
	andere Stromrichtung.							
555	150	150	8,6	2,2	0,029	4,0	1,0	0,020
700	200	165	9,2	2,2	0,041	5,2	1,5	0,022
865	300	325	9,0	2,6	0,029	7,7	2,5	0,016

Um zu zeigen wie für einen und denselben Rollenabstand die Werthe der D wechseln können, führe ich hier noch ein Beispiel an, wo nur zwischen zwei Rollenabständen regelmässig abgewechselt wurde. Zu bemerken ist indessen, dass die Zahl der zwischen zwei Aenderungen der Rollenabstände gegebenen Reize von 100 bis 200 variirt. Das Tempo war wieder 4″.

Werthe der D für Rollenabstand 400. Rechter Muskel.	Werthe der D für Rollenabstand 400. Linker Muskel.	Werthe der D für Rollenabstand 900. Rechter Muskel.	Werthe der D für Rollenabstand 900. Linker Muskel.
0,027	0,000	0,029	0,000
0,029	0,025	0,022	0,004
0,015	0,010	0,014	0,001
0,004	0,019	0,000	0,002

Ich betrachte es nun aber doch als zweifellos, dass man bei einer geeigneten Art des Experimentirens sichere Gesetze über die Abhängigkeit der Grösse D vom Rollenabstand, der Höhe der ersten Zuckung und der vom Muskel bereits geleisteten Arbeit wird finden können. Einstweilen führe ich nur ein Beispiel an, das ich facsimilirt wieder geben möchte. Fig. 6. Wie nun am Einfachsten durch Anlegen eines Lineales zu erkennen ist, liegen die Endpuncte aller von einem Muskel beim Rollenabstand = 200 gezeichneten Zukkungshöhen in einer geraden Linie. Ebenso liegen im Anfange die Endpuncte aller bei 1000 gezeichneten Zuckungshöhen ebenfalls in

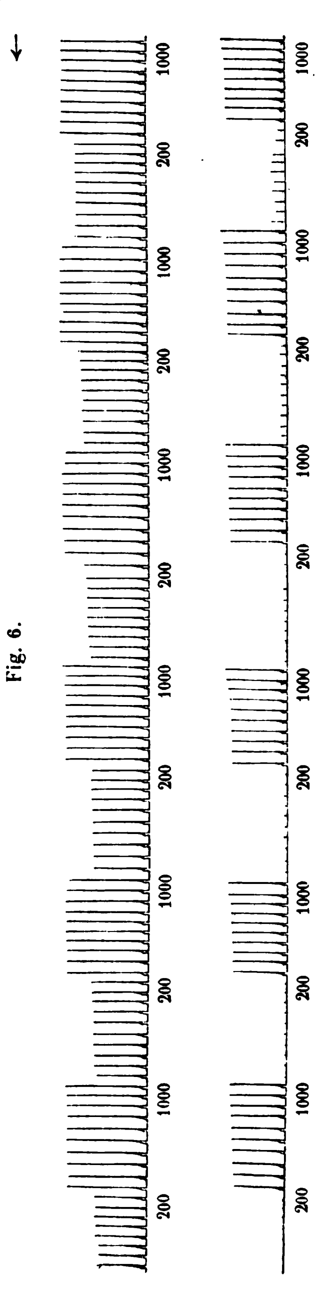


Fig. 6.

Der Autograph dieses Facsimile ist vom linken Triceps eines in den *Kronecker*'schen Lagerungsapparat eingespannten, mit Kochsalzlösung entbluteten und curarisirten Präparates gezeichnet. Das Intervall zwischen zwei Reizen betrug immer 4 Secunden. Nachdem der Muskel 130 maximale Reize bekommen hatte, zeichnete er die obere der beiden vorgelegten Zeilen. Bei ihr wurden abwechselnd je 10 maximale Reize bei der Stromstärke 1000 und 10 untermaximale bei der Stromstärke 200 gegeben und sehen wir die Differenz der Höhen der durch beide Reize ausgelösten Zuckungen beständig wachsen. Nachdem der Muskel auf diese Weise 370 weitere Reize empfangen hatte, zeichnete er die zweite der vorgelegten Zeilen. In ihr sehen wir die untermaximale Reizstärke 200 wirkungslos werden, während die maximale Reizstärke 1000 noch Zuckungen von ansehnlicher Höhe auslöst.

einer geraden Linie, und man kann somit ohne Weiteres erkennen, dass die Gerade für den untermaximalen Reiz schneller zur Abscisse absinkt, d. h. mit derselben einen grösseren Winkel bildet, als die für den maximalen Reiz. Mit anderen Worten: der Muskel ermüdet für den untermaximalen Reiz schneller als für den maximalen, vorausgesetzt, dass beide Reize in kurzen Intervallen regelmässig mit einander abwechseln.

Ich habe gesagt, dass nur der Anfangstheil der Ermüdungscurve für den Rollenabstand 1000 eine Gerade sei; und in der That sehen wir die späteren Gruppen der 1000 um so mehr über die von den ersten Gruppen markirte Gerade herausragen, je niedriger die dazwischen liegenden Gruppen der 200 geworden sind. Es sind hauptsächlich die ersten Zuckungen der späteren Gruppen bei 1000, welche über diese Gerade hervorragen, während die letzten sich derselben schon wieder bedeutend nähern. Wenn ich hier einen Augenblick an das Gesetz erinnere, dass die Ermüdungscurve des maximal gereizten Muskels um so steiler abfällt je schneller das Tempo ist, so kann man zwanglos das Verhalten der späteren Gruppen 1000 so ausdrücken, dass man sagt, die maximalen Zuckungen verhalten sich nach untermaximaler Arbeit so, als wäre der Muskel statt mit untermaximalen Reizen mit maximalen aber in einem langsameren Tempo gereizt worden. Es ist also sehr wahrscheinlich auch der Anfangstheil der Curve der 1000 keine Gerade, sondern nur in derselben Weise unmerklich von ihr verschieden, wie es der Anfangstheil der maximalen Curve eines frischen Muskels auch bei wechselndem Tempo ist. In beiden Fällen muss die Differenz von dieser Geraden mit wachsender Arbeit immer grösser und darum immer merklicher werden. — Es ist sehr wohl möglich, dass die maximalen Zuckungen auf die untermaximalen einen umgekehrten Einfluss ausüben, als diese auf jene, in der Art, dass der Abfall der untermaximalen durch die maximalen beschleunigt wird. Auch diese Erscheinung müsste mit wachsender Arbeit immer merklicher werden und würde bei meiner Curve nur darum überhaupt nicht zu sehen sein, weil die untermaximalen Reize zu rasch verschwinden. — Um über diese Fragen Aufklärung zu bekommen, wäre es wohl auch hier, wie bei vielen anderen, nützlich gewesen, zu einem Grenzfall über zu gehen, der hier zunächst darin bestehen würde, jedem maxi-

malen Reize in demselben Tempo einen untermaximalen, dann wieder einen maximalen u. s. w. folgen zu lassen; indessen eigneten sich für eine längere derartige Versuchsreihe meine Apparate nicht.

Das Gesetz über die Erholung des Muskels während untermaximaler Zuckungen kann übrigens allgemeiner folgendermafsen ausgesprochen werden:

Während der Muskel bei irgend einem untermaximalen Reiz arbeitet, erholt er sich für jeden grösseren Reiz, mag derselbe nun maximal oder untermaximal sein. Wenn der Muskel aber maximal zuckt, so kann nie, in keinem Stadium seiner Ermüdung, durch Reizverstärkung eine Erhöhung der Zuckungen erreicht werden.

Wenn ich also einen Muskel eine Zeit lang mit irgend einem maximalen oder untermaximalen Reize gereizt habe, und ich nehme nun für 20 oder mehr Zuckungen einen geringeren Reiz, gehe nachher aber wieder zum früheren Reiz zurück, so sind immer die ersten 4—5 Zuckungen, welche der Muskel jetzt zeichnet, höher als die letzten Zuckungen vor dem Eintritt des geringeren Reizes waren. In Fig. 7 ist ein solcher Fall dargestellt.

Mit dem was ich über die maximalen Reize eben ausgesagt habe befinde ich mich in einem entschiedenen Widerspruch gegen Herrn *Funke.*[1]) Dasselbe Verhältniss, welches ich für maximale und untermaximale Reize behaupte, hat *Funke* für Oeffnungs- und Schliessungsschläge angesprochen, die beide maximal gewesen sein sollen. Den Widerspruch muss ich so erklären, dass bei *Funke* nur die Oeffnungsschläge, nicht aber die Schliessungsschläge maximale gewesen sind. Wenn im Anfange der Versuche von *Funke* die bei beiden Schlägen gewonnenen Zuckungshöhen auch nicht sehr von einander verschieden waren, so mussten sie es mit zunehmender Ermüdung eben immer mehr werden, weil die Curve der untermaximalen Reize rascher abfällt als die der maximalen. Ich habe zu meinem Facsimile absichtlich ein Beispiel gewählt, wo im Anfange des Versuches zwei auf der Scala schon weit auseinanderliegende Reizstärken, wie 200 und 1000 Zuckungen lieferten, deren Höhendifferenz eine sehr geringe war,

---

1) *Pflüger's* Archiv B. VIII. S. 247.

während doch nach ungefähr 1000 Zuckungen der Muskel mit 200 kaum mehr reagirte, auf 1000 aber noch Zuckungen von sehr ansehnlicher Höhe zu machen im Stande war.

Was ich bis jetzt angeführt habe, gilt für den während der Ruhe unterstützten Muskel. Ob beim belasteten Muskel der Endverlauf der Curve einem ähnlichen Gesetze bei untermaximalen Reizen folgt, wie es *Kronecker* für maximale Reize aufgestellt hat, kann ich nicht mit voller Sicherheit behaupten. Wohl aber kann man leicht erkennen, dass der Endverlauf der Curve von dem Augenblick ab, wo die Hubhöhe gleich der Dehnung durch das angehängte Gewicht geworden ist, die Ermüdungscurve nicht mehr dem geradlinigen Abfall folgt, sondern in einer Asymptote sich der Abscisse nähert. Es ist also kein Grund einzusehen, warum dieser Endverlauf nicht auch ein hyperbolischer sein soll; für eine Controle werden aber die zu messenden Längen so klein, dass sie ganz in die Fehlergrenzen fallen.

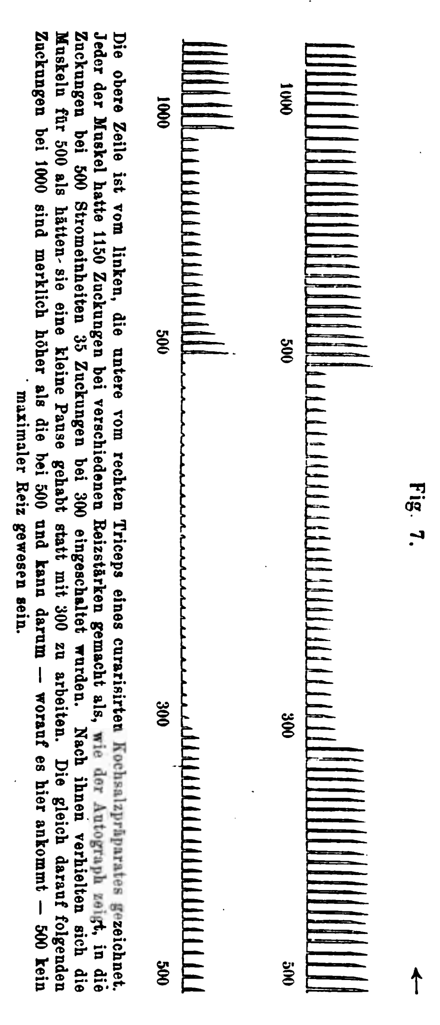


Fig. 7.

Die obere Zeile ist vom linken, die untere vom rechten Triceps eines curarisirten Kochsalzpräparates gezeichnet. Jeder der Muskel hatte 1150 Zuckungen bei verschiedenen Reizstärken gemacht als, wie der Autograph zeigt, in die Zuckungen bei 500 Stromeinheiten 35 Zuckungen bei 300 eingeschaltet wurden. Nach ihnen verhielten sich die Muskeln für 500 als hätten sie eine kleine Pause gehabt statt mit 300 zu arbeiten. Die gleich darauf folgenden Zuckungen bei 1000 sind merklich höher als die bei 500 und kann darum — worauf es hier ankommt — 500 kein maximaler Reiz gewesen sein.

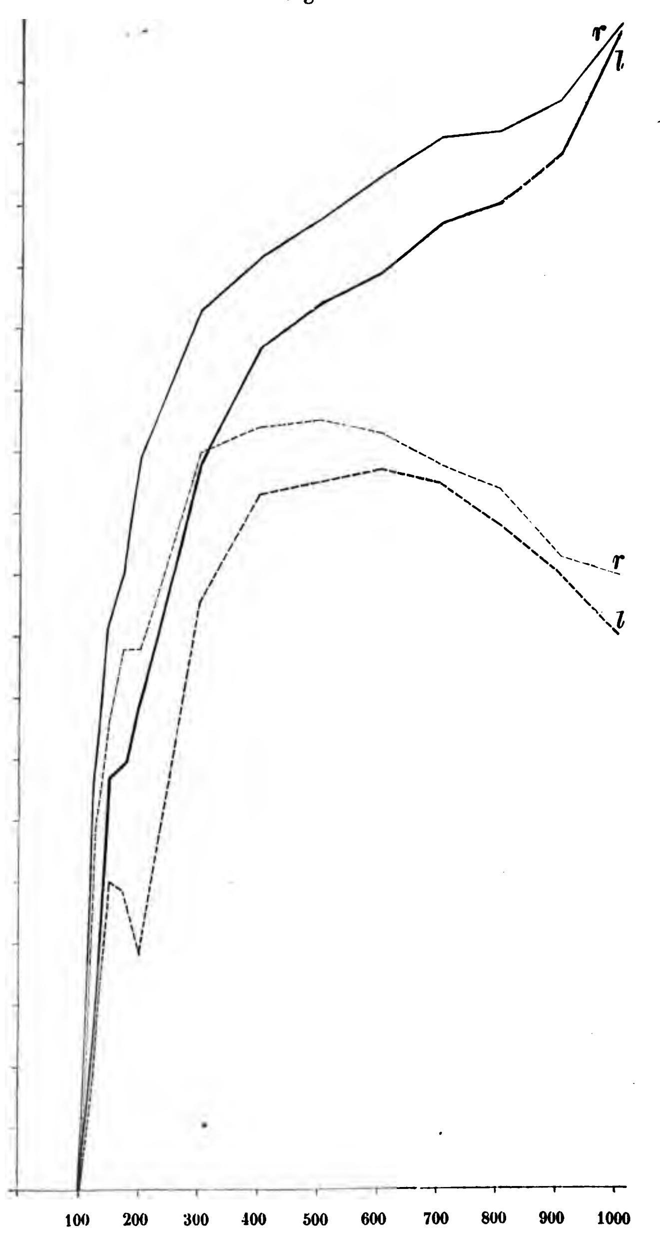
Eine andere Frage, die sich hier unmittelbar anschliesst, ist folgende. Da der curarisirte Salzmuskel auf gleich grosse in gleichen Intervallen sich folgende Reize nach einem einfachen Gesetze weiter zuckt, für einen kleineren Rollabstand aber immer

höher zuckt, als für einen grösseren, bis die maximale Grenze erreicht ist, so muss man fragen: nach welchem Gesetz hängen Rollenabstand und Zuckungshöhe zusammen. Mit anderen Worten: welches ist das Zuckungsgesetz des Muskels. Wie ich meine Curven auch durchrechnen mag, so bekomme ich auf diese Frage keine bestimmte Antwort. Bei manchen Muskeln ergiebt sich das Intervall zwischen der Stellung, welche die secundäre Spirale haben muss, um eben minimale Zuckungen auszulösen bis zu der Stellung, bei der eben maximale Zuckungen ausgelöst werden, als ein sehr grosses, über mehrere Hunderte der Einheitenscala sich erstreckendes, bei anderen ist es so klein, dass es ganz zwischen zwei auf einander folgende Theilstriche für die Hunderte fällt. Im Allgemeinen ist auch das Ansteigen der Zuckungshöhen weder nach der willkürlichen, noch nach der Einheiten-Scala ein geradliniges, sondern die Curve ist bald concav, bald convex gegen die Abscisse.

Nichtsdestoweniger halte ich es für nützlich, die für einen hierauf gerichteten Versuch durchgeführten Rechnungen und Messungen graphisch darzustellen. Die mit r bezeichneten Linien in der Figur 8 (siehe folgende Seite) beziehen sich auf den rechten Muskel, die mit l bezeichneten auf den linken desselben Präparates. Die Abscisse ist proportional den Reizstärken nach Stromeinheiten, die Ordinate den Zuckungshöhen. Beim Versuche wurde mit der Reizstärke 1000 begonnen, bei derselben wurden 20 Zuckungen gezeichnet, dann 20 bei der Reizstärke 900 und so weiter von 100 zu 100 absteigend bis zu 200, dann noch Reihen von je 20 Zuckungen bei 175, 150 und 125. Bei 100 zuckte keiner der Muskeln mehr. In der Figur findet sich das Mittel aus den Zuckungshöhen einer Reizstärke aufgetragen; und dadurch sind die ausgezogenen Linien erhalten worden. Nun wurde genau dasselbe Experiment wiederholt, aber von 100 an mit denselben Stationen aufsteigend. Die auf diese Weise erhaltenen Linien sind punctirt dargestellt. Es springt zunächst in die Augen, dass das Gesetz für sich verkleinernde Rollenabstände ein anderes ist, als wenn diese wachsen, und dass im ersteren Fall beim rechten Muskel von 500 und beim linken von 700 an die mittleren Zuckungshöhen mit wachsenden Reizen niedriger werden. Dies ist eben weiter nichts anderes, als ein neuer Beweis dafür, dass die Arbeit bei irgend einer Reizstärke von einem ganz bestimmten aber noch nicht erkannten Einfluss auf den Abfall bei jeder ande-



Fig. 8.



ren Reizstärke ist und dass hiermit das in Frage stehende Zuckungsgesetz auf diesem direkten Wege nicht gefunden werden kann.

II. *Die Differenz D der Ermüdungsreihe nimmt für jeden constanten maximalen oder untermaximalen Reiz ab, wenn die Reizintervalle wachsen, sofern nur der Muskel curarisirt und blutlos ist.*

Die von *Kronecker* entwickelten Gründe, warum dieses Gesetz um so deutlicher erkannt werden kann, je ermüdeter der Muskel ist und warum es beim ganz frischen Muskel sich zuweilen gar nicht zu markiren scheint, gelten für untermaximale Zuckungen gerade so wie für maximale. Aber auch bei untermaximalen Zuckungen »arbeitet der Muskel, so oft er seinen Zuckungsrhythmus hat wechseln müssen, in jedem Ermüdungsstadium, bei beliebigem Reizintervalle in derselben Weise weiter, als wenn er alle bis dahin ausgeführten Contractionen von Anfang an in dem gegenwärtigen Intervalle gemacht hätte.«

»Die Höhen gleicher Intervalle mit einander verbunden, ergeben Ermüdungscurven, welche von einem gemeinsamen Anfangspuncte im Allgemeinen geradlinig und divergent zur Abscisse abfallen, indem die Ermüdungslinie kleinster Intervalle den steilsten Verlauf nimmt.«

So wenig es indessen bei maximalen Reizen möglich war ein allgemeines Gesetz aufzustellen, nach welchem die Werthe der *D* für verschiedene Tempi untereinander zusammenhingen, ebenso wenig gelang es, ein solches Gesetz für die untermaximalen Reize zu finden. Man konnte noch daran denken, ein Gesetz finden zu wollen, nach welchem die Differenz der *D* für ein und denselben Reiz aber zwei verschiedene Tempi aus der bekannten Differenz der *D* für irgend einen anderen Reiz aber dieselben Tempi abgeleitet werden könnte; indessen muss ich gestehen, dass ich einen solchen Versuch wegen der zu geringen Winkelgrössen, die man unter einander zu vergleichen hätte für resultatlos halten würde.

Ueber die Frage des Abfalles der Ermüdungscurve, wenn man mit dem Tempo gleichsam zur Grenze übergeht, so dass man statt einzelner Zuckungen eine Tetanuscurve bekommt, habe ich dem von *Kronecker* Gesagten nichts hinzuzufügen. Ueber untermaximale Tetani speziell habe ich keine neuen Erfahrungen.



Schliesslich habe ich noch hinzuzufügen, dass das Gesetz bei belasteten und überlasteten Muskeln sich in gleicher Weise erkennen lässt.

III. *Die Differenz D der Ermüdungsreihe bleibt bei jeder unveränderlichen Reizstärke und bei unveränderlichem Reizintervall gleich, wenn die Ueberlastungen des arbeitenden Muskels verändert werden. Mit anderen Worten: Wenn ein Muskel abwechselnd mit verschiedenen Gewichten überlastet, in stets gleichen Intervallen mit maximalen oder gleichen untermaximalen Reizen gereizt wird, so liegen die Endpuncte aller Höhen, auf welche ein Gewicht successive gehoben worden ist, in einer geraden Linie, und alle Verbindungslinien sind einander parallel. Auch dieses Gesetz gilt für untermaximale Reize nur beim blutlosen curarisirten Muskel.*

Zahlenbeispiele, die ich für dieses Gesetz geben könnte, würden es in keiner anderen Weise illustriren, als die bereits von *Kronecker* gegebenen. Ich ziehe es darum vor, in Fig. 9 das Facsimile eines Versuches zu geben.

Was den belasteten Muskel betrifft, so machen sich bei ihm die Einflüsse der Dehnungen durch die angehängten Gewichte bei untermaximalen Zuckungen in höherem Maſse geltend, als bei maximalen, da in beiden Fällen die Längen der Dehnungen natürlich dieselben sind, und darum einen grösseren Bruchtheil der niederigeren untermaximalen Zuckungen betragen, als der höheren maximalen. Man sieht im Verlaufe der vorgelegten Curve sehr deutlich, wie die Längen, um welche das Gewicht 30 den belasteten Muskel mehr dehnt, als das Gewicht 20 immer kleiner werden, je länger der Versuch überhaupt dauert. Die Verbindungslinie der unteren Endpuncte der Zuckungshöhen des belasteten Muskels ist für ein und dasselbe Gewicht darum eine Linie, welche sich der horizontalen Abscisse nähert und zwar um so rascher, je grösser die Belastung ist. Die verschieden grossen Belastungen entsprechenden Linien convergiren unter einander.

Ausserdem kann noch eine andere Erscheinung, auf die ich ausdrücklich aufmerksam mache, an der vorgelegten Tafel gesehen werden. Wenn ein untermaximaler Reiz bei einem belasteten Muskel minimal geworden ist, d. h. wenn die von ihm ausgelösten Zuckungen kleiner als die Dehnung durch das Gewicht geworden sind, so wird jedes (überhaupt in den von

Fig. 9.

Stromstärke 200 Einheiten.

20 gr. 3092 20 gr. 30 gr. 2092

20 gr. 30 gr. 20 gr. 30 gr. 20 gr.

Stromstärke 300 Einheiten.

30 gr. 20 gr. 30 gr. 20 gr.

Facsimile 3 stellt Theile aus einer Curve dar, die ein abwechselnd mit 20 und mit 30 Gramm belasteter Triceps eines curarisirten Kochsalzpräparates gezeichnet hat. Die Stromstärke, mit welcher von Anfang an gereizt wurde, war 200 und wurde die erste Zeile nach 740 Zuckungen erhalten. Die zweite Zeile ist die Curve nach 370 weiteren Zuckungen. Der Reiz, respective die Zuckungshöhen sind jetzt minimale geworden und werden darum sowohl 20 wie 30 Gramm auf dieselbe minimale Höhe gehoben. Um zu beweisen, dass bis jetzt überhaupt nur mit einem untermaximalen Reize gereizt sein konnte, ist noch die dritte Zeile hinzugefügt. Sie wurde unmittelbar nach der zweiten, mit demselben Gewichtswechsel wie bisher, aber bei der Stromstärke 300 gezeichnet.

Kronecker angegebenen Grenzen liegendes) Gewicht um annähernd dieselbe Höhe gehoben. So lange also die minimalen Reize für irgend ein Gewicht noch nicht verschwunden sind, treten sie auch für ein anderes, grösseres noch auf[1]), während für jeden überminimalen Reiz bis zum maximalen der Muskel beide Gewichte nach den angegebenen Regeln verschieden hoch hebt.

Es ist dies ein Beweis dafür, dass der durch irgend ein Gewicht gedehnte Muskel ein System in labilem Gleichgewichte darstellt, und also der geringste Anstoss genügt, um dieses System zu einem Ausschlag im Sinne der wirksam gewordenen Muskelcontractilität zu veranlassen. Also auch bei minimalen Reizen und beim nicht ermüdeten Muskel ist die Elasticität vom Reize vollkommen unabhängig, und darum kann die Contractilität nicht auf einer Veränderung der Elasticität durch den Reiz beruhen. Von *Wundt* ist diese Unabhängigkeit der Contractilität und Elasticität bereits daraus bewiesen worden, dass die elastischen Eigenschaften des Muskels nur von seiner Länge abhängig sind, gleichgültig ob dabei der Muskel thätig oder ruhend ist, und hat *Kronecker* diese Unabhängigkeit für den thätigen Zustand des Muskels bewiesen durch den Nachweis des hyperbolischen Abfalles des Endtheiles der Ermüdungscurve beim belasteten Muskel.

Eine zweifellos mit der speziellen elektrischen Reizungsart der Muskeln zusammenhängende Erscheinung, welche sich mir bei untermaximalen Reizen in noch prägnanterer Weise dargeboten zu haben scheint, als sie *Kronecker* bei maximalen Reizen gesehen hat, wird durch den Wechsel der Stromesrichtung im Muskel hervorgebracht.

Wenn ein Muskel für irgend einen Reiz ermüdet erscheint, bei dem er eine Zeit lang gearbeitet hat und man wechselt nun, ohne den Rollenabstand zu ändern, die Stromesrichtung, so zuckt der Muskel für die neue Stromesrichtung in ähnlicher Weise weiter, als hätte man bei der alten den Rollenabstand verkleinert. Die ersten 5—6 Zuckungen erscheinen bedeutend höher als vorher, und an sie schliessen sich in ziemlich raschem geradlinigem Abfall eine Reihe von Zuckungen an, die, wenn auch nicht mehr so hoch wie die ersten 5—6, doch im Anfange noch bedeutend höher sind, als die letzten der ersten Stromesrichtung. Sind hierbei die Zuckungen wieder niedrig geworden und man geht nun,

1) vergl. *L. Hermann Reichert* und *du Bois-Reymond's* Arch. 1861. S. 369.

immer ohne die Schlittenstellung zu ändern, zur ersten Stromesrichtung zurück, so sieht man dieselbe Erscheinung sich wiederholen. Wenn der Muskel also auch für irgend eine Stromesrichtung vollkommen ermüdet erscheint, zuckt er bei ihr doch wieder weiter, wenn er eine Zeit lang, ohne Rollenabstand oder Tempo zu verlassen, mit der entgegengesetzten Stromesrichtung gereizt wird. Dieser Wechsel kann mit dem angegebenen Resultat nicht nur einmal, sondern mehrere Male gemacht werden, ehe der Muskel für keine Stromesrichtung bei gleichem Rollenabstand mehr zuckt. Je mehr Schläge der Muskel überhaupt schon bekommen hat, um so prägnanter tritt diese Erscheinung auf, und wird man gewöhnlich an ganz frischen Muskeln vergebens nach ihr suchen. Ist sie aber einmal aufgetreten, so verschwindet sie auch bei vollkommener Ruhe in einer Zeit nicht wieder, nach welcher der Muskel überhaupt noch erregbar ist.

Ich bezweifle nicht, dass diese Erscheinung als äussere und innere Polarisationswirkung muss angesprochen werden, und hätte ich sie vielleicht auch vermindern können, wenn ich unpolarisirbare Elektroden angelegt hätte. Indessen habe ich die Erfahrung gemacht, dass Widerstandsänderung in meiner Leitung sich in einer nicht controlirbaren aber darum doch sehr merklichen Weise auf die Zuckungshöhen geltend macht und fürchtete, gerade diese bei unpolarisirbaren Elektroden nicht in genügender Weise vermeiden zu können.

Viel einfacher schien es mir, um Polarisation im und am Muskel zu umgehen, diesen von seinem Nerven aus zu reizen. Wenn sich nun hierbei auch im Allgemeinen die Zuckungshöhen, welche von einem Muskel erhalten werden vollkommen anders verhalten, als beim direkt gereizten Muskel, so kann ich doch hier vorweg bemerken, dass wenn man dem Nerven eines, natürlich nicht curarisirten Salzmuskels in gleichen Intervallen gleiche Inductionsschläge zuführt, der Muskel einen ganz genau so geradlinigen Abfall in seinen Zuckungshöhen zeigt, wie wenn er curarisirt wäre und direkt gereizt würde.

Es mussten darum die Veränderungen, welche die Polarisationserscheinungen in den Zuckungshöhen des direkt gereizten Muskels bewirken mit der Zeit nach einem Gesetze zunehmen, welches auf dieselbe Abscisse wie die Zuckungshöhen aufgetragen graphisch durch irgend eine gerade Linie dargestellt wird. Wir wissen dass die Resultante und die eine Componente Geraden



sind, dann muss nothwendig auch die andere Componente eine Gerade sein.

Schliesslich bemerke ich nochmals ausdrücklich, dass diese Gesetze in der angeführten Fassung nur für den curarisirten, blutlosen Muskel gelten, insofern sie sich auf untermaximale Reize beziehen.

Vom blutlosen, von seinem Nerven aus gereizten, Muskel.

Reizt man, wie schon angeführt, einen Nerven in gleichen Intervallen in derselben Schlittenstellung, so zeichnet der blutlose Muskel eine untermaximale geradlinige Ermüdungscurve. Wenn man ferner einen curarisirten Salzmuskel direkt reizt, so zuckt er im Allgemeinen für jeden kleineren Rollenabstand höher als für einen grösseren, bis eben der maximale Reiz erreicht ist. Ganz anders verhält er sich jedoch, wenn er von seinem Nerven aus gereizt wird.

I. *Bei jedem Nerven, in jedem Stadium nach der Präparation lässt sich für jede Stromesrichtung auf der Schlittenscala ein Intervall finden, innerhalb dessen der zu dem gereizten Nerven gehörende Muskel nicht zuckt, während er zuckt bei Stellungen der secundären Spirale sowohl vor wie hinter diesem Intervall.*

Nähert man, während das Tempo der Reizung sich nie verändert die secundäre Spirale der primären ruckweise um je eine gleiche Anzahl von Einheiten der Scala in der Art, dass man bei jeder Schlittenstellung eine gleiche Anzahl, ungefähr 5, Schläge giebt, so erscheinen die bei einer und derselben Schlittenstellung erhaltenen Zuckungen sehr annähernd gleich gross, aber die den verschiedenen Stellungen entsprechenden Höhen verhalten sich folgendermaſsen. Zunächst treten minimale Zuckungen auf, die eine Zeit lang stetig wachsen; dann kommt eine Strecke, bei der die Zuckungen gleich hoch bleiben; an sie schliesst sich eine andere, bei der die Höhen der Zuckungen abnehmen, schliesslich wieder minimal werden und dann in der folgenden Strecke ganz verschwinden. Diese Abtheilung ist es, die ich schlechtweg das Intervall nenne; nach ihm kommt wieder eine Strecke, in der die Zuckungen wachsen, und an sie schliesst sich die letzte, in der die Zuckungen sich nicht verändern, sie geht bis zum Ende der Scala, d. h. bis zu übereinander geschobenen Rollen.

Man kann also jeden Augenblick die Schlittenscala für jeden Nerven von unten nach oben in folgende Abschnitte theilen:

1.	Abschnitt.	Der Muskel zuckt nicht
2.	»	Die Zuckungen steigen an
3.	»	Die Zuckungen bleiben gleich hoch
4.	»	Die Zuckungen nehmen ab
5.	»	Der Muskel zuckt nicht (das Intervall)
6.	»	Die Zuckungen nehmen zu
7.	»	Die Zuckungen bleiben gleich hoch.

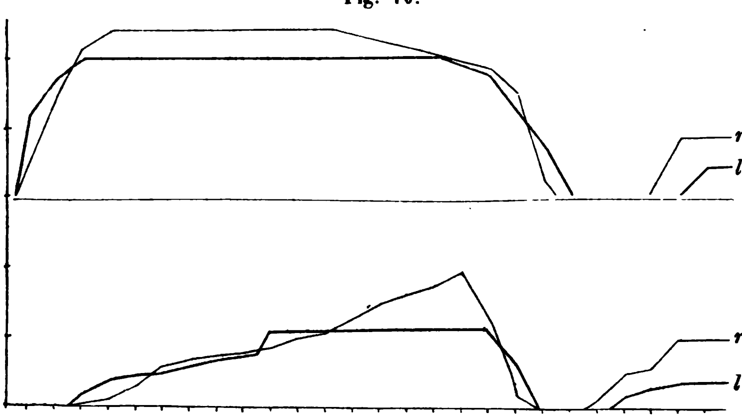
Das Ansteigen, resp. Absinken der Zuckungshöhen geschieht in den Abschnitten 2, 4 und 6 immer in einer nach der Abscisse concaven Linie, die sich manchmal für die Scala nach Stromeinheiten sehr einer Geraden nähern kann; aber nie in einer nach der Abscisse convexen Linie. —

Die Abschnitte markiren sich, reize man nun den ganzen Sacralplexus, oder reize man den Ischiadicus an irgend einer Stelle seines Verlaufes. Im Allgemeinen haben die beiden Intervalle der beiden Stromesrichtungen für einen und denselben Nerven eine verschiedene durch kein erkennbares Gesetz von einander abhängige Lage. Ebenso verhalten sich im Allgemeinen die gleichnamigen Nerven eines und desselben Thieres verschieden. — Die Längen der einzelnen Abschnitte stehen in keiner einfachen Beziehung unter einander. Bald sind die Zuckungen im 3. Abschnitt höher, bald niederiger als im Abschnitte 7.

Statt eines Facsimile gebe ich in Fig. 10 (siehe folgende Seite) die Copien zweier Versuche; sie sind bei verschiedenen Stromesrichtungen gezeichnet, und beziehen sich die mit *l* bezeichneten Linien auf die linken, die mit *r* bezeichneten auf die rechten Muskeln. Die Zuckungshöhen sind doppelt aufgetragen. Der Abscisse war ich genöthigt eine allerdings etwas sonderbare Eintheilung zu geben. Im ersten Abschnitt bedeuten die Zahlen Einheiten, im zweiten Zehner und im dritten Hunderte.

Wenn man im Intervall, wo man also keine Zuckungen erhält, mit der Reizung beliebig lange pausirt, so treten auch nach der Pause niemals Zuckungen auf für die Stellungen des Schlittens im Intervalle. Ebenso wenig nützen Tempo-Beschleunigungen. Reizte ich die Nerven beider Seiten vermittelst derselben Elektroden im Sacralplexus, so fanden sich nicht selten

Fig. 10.



Präparate, bei denen der eine Muskel zuckte, während für den Nerven des anderen der Schlitten sich im Intervall befand. Wenn ich jetzt auf eine später genauer anzugebende Weise das Tempo ständig beschleunigte, so war zu einer Zeit, in welcher der auch bei langsamem Tempo zuckende Muskel bereits begann in Tetanus zu kommen, bei dem anderen noch keine Spur von Zuckung oder Tetanus zu sehen. Letzterer trat bei ihm erst später, dann aber plötzlich sehr heftig auf und zwar immer unter Umständen, bei denen ich nicht mehr dafür stehen kann, dass meine Abblendung noch in gehöriger Weise functionirte. Auf die Erscheinungen nach einem solchen Tetanus komme ich später zu reden.

Die folgenden Erscheinungen mögen erklären, warum es unnütz sein würde alle hier als noch nicht gelöst angedeuteten Aufgaben auf eine direkte Weise lösen zu wollen. Vorher möchte ich nur noch die ausdrückliche Bemerkung machen, dass die eben mitgetheilte Erscheinung des Intervalls auch schon von Andern, meines Wissens zuerst von *Fick* gesehen worden ist.

II. *Es lassen sich bei jedem Nerven ein oder mehrere Paare von Schlittenstellungen finden, bei denen folgende Erscheinung eintritt. Bei der Stellung I seien beide Spiralen weiter auseinander als bei der Stellung II. Schaltet man nun in die regelmässig sich folgenden Reize für die Stellung I einen oder mehrere Reize bei der Stellung II ein, so bekommt man jedesmal für die nächsten 20—60 Zuckungen eine Erhöhung in der Art, dass die Verbindungslinie der oberen Endpuncte dieser Zuckungen eine Gerade ist,*

die so lange sinkt, bis sie die Gerade, welche der Muskel ohne Reizänderung gezeichnet haben würde schneidet; nachher zuckt der Muskel in dieser weiter.

Ich schliesse gleich die Umkehrung dieses Gesetzes an.

III. *Es lassen sich bei jedem Nerven ein oder mehrere Paare von Schlittenstellungen finden, bei denen, wenn I wiederum die weitere, II die nähere ist, und in die regelmässigen Reize I ein oder mehrere Reize II eingeschaltet werden, die nächsten 20—60 Zuckungen der I niederiger sind als vorher, in der Art, dass ihre Verbindungslinie eine ansteigende Gerade ist, die so lange ansteigt, bis sie die Gerade, welche der Muskel ohne Reizänderung gezeichnet haben würde, schneidet.*

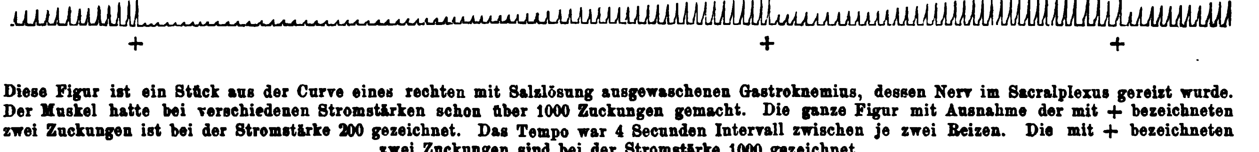
Für jedes dieser beiden Gesetze lege ich ein Facsimile vor. In Fig. 11 war die Reizstärke I 200, in Fig. 12 war sie 20; die Reizstärke II war in beiden Figuren 1000. In Fig. 12 sehen wir sogar dass der Reiz II die Zuckungen I eine Zeit lang, d. h. für 5—6 Schläge sogar vollkommen aufhebt.

Nennen wir den besonderen durch den Reiz II im Nerven hervorgerufenen Zustand eine Modification, ohne indessen mit diesem Worte irgend eine hypothetische Vorstellung verbinden zu wollen, so lässt sich ferner der Satz aufstellen, dass die durch den Reiz II gesetzte Modification nur mit der Zeit und unabhängig von neuen Reizen abklingt. Schiebt man nämlich zwischen die sich regelmässig folgenden Reize I nach der Modification durch II irgendwo eine Pause ein, die am Besten die Dauer irgend eines Vielfachen des Tempo hat, so zuckt der Muskel nach dieser Pause gerade so, als hätte er während derselben gearbeitet. Dies gilt natürlich nur dann, wenn die Dauer der Pause nicht ebenso gross oder grösser ist als die Gesammtdauer der Modification. In diesem Falle treten andere, später zu beschreibende Erscheinungen ein.

Was die relative Lage der beiden Rollenabstände betrifft, die nöthig sind um die eine oder die andere dieser beiden Erscheinungen hervorzurufen, so habe ich mir viele Mühe gegeben, eine solche in Bezug auf die oben angeführten 7 Abtheilungen der Scala zu finden, weil eben viele Erscheinungen vorlagen, die für die Existenz einer solchen Beziehung sprachen. Es gelang mir aber nicht, eine Versuchsmethode zu finden, nach der ich immer zutreffende und willkürlich hervorzurufende Resultate hätte gewinnen können; eine andere wünsche ich aber nicht mit zu theilen.

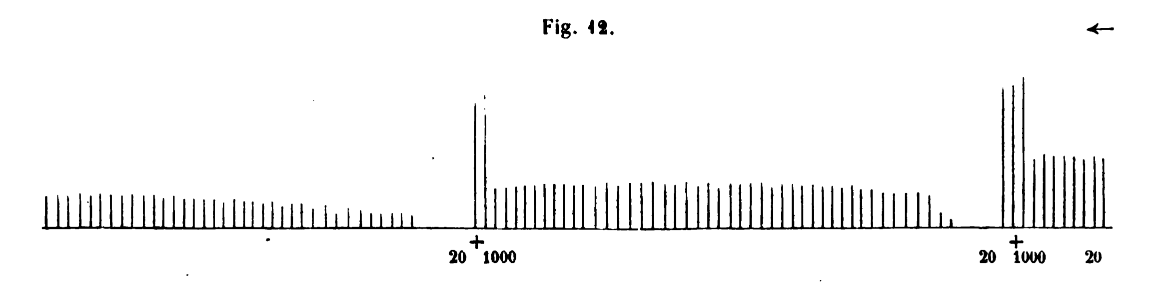


Fig. 11.



Diese Figur ist ein Stück aus der Curve eines rechten mit Salzlösung ausgewaschenen Gastroknemius, dessen Nerv im Sacralplexus gereizt wurde. Der Muskel hatte bei verschiedenen Stromstärken schon über 1000 Zuckungen gemacht. Die ganze Figur mit Ausnahme der mit + bezeichneten zwei Zuckungen ist bei der Stromstärke 200 gezeichnet. Das Tempo war 4 Secunden Intervall zwischen je zwei Reizen. Die mit + bezeichneten zwei Zuckungen sind bei der Stromstärke 1000 gezeichnet.

Fig. 12.



Der Nerv eines frisch präparirten Gastroknemius wurde mit Stromstärke 20 gereizt. Nach 60 Zuckungen wurden die in der Figur gezeichneten 3 Reize bei 1000 gegeben, dann ward sofort der Schlitten auf 20 zurückgeschoben. Wie die Figur zeigt, blieben auf die nächsten Reize die Zuckungen aus, um erst allmählig anwachsend wieder zu erscheinen. Als sie annähernd gleich hoch blieben, genügten wieder zwei Reize bei der Stromstärke 1000 um sie für die Stromstärke 20 auf einige Zeit verschwinden zu machen.

Von besonderer Wichtigkeit ist ein Grenzfall der angeführten Erscheinungen. Es kann vorkommen, dass man für einen Reiz Nerv oder Muskel scheinbar ermüdet hat, so dass man keine Zuckungen mehr mit demselben zu erhalten im Stande ist. Wenn man nun auch nur wenige Zuckungen bei einem anderen Reize machen lässt, so kann man sofort bei dem früheren bis zu 100 und mehr überminimale Zuckungen erhalten. Es ist dies eine Erscheinung, welche mir von Herrn Prof. *Ludwig* mitgetheilt wurde, ehe ich sie selbst zu beobachten Gelegenheit hatte. Diese Erscheinung tritt aber keineswegs nur an ermüdeten, sondern auch an frischen Präparaten auf, und hier zuweilen in geradezu überraschendem Maſse. Sucht man für einen frischen Nerven einen Minimalreiz, indem man die beiden Spiralen sorgfältig einander langsam nähert, so kann man eine ganze Reihe von Schlittenstellungen sich bemerken, bei denen der Muskel nicht zuckt. Endlich kommt man zu einem minimalen und dann zu einem etwas stärkeren Reiz. Nun lässt man bei diesem den Muskel etwa 50 Zuckungen aufschreiben und geht dann mit der secundären Spirale auf dieselben Stationen zurück, die man sich vorher gemerkt hatte. Man wird jetzt finden, dass der Muskel noch auf vielen derselben ganz ansehnliche Zuckungen macht, auf denen er anfangs gar nicht zuckte. Man kann so gleichsam die zweite Scalenabtheilung auf Kosten der ersten vergrössern, man kann sich — es mögen mir der Kürze halber die Ausdrücke erlaubt sein — durch geschicktes Manöveriren in die erste Abtheilung einschleichen. Aber nicht nur in die erste, sondern auch in die 5. Abtheilung: in das Intervall kann man sich einschleichen und zwar von beiden Seiten her. Wenn ich die Grenzen des Intervalles so bestimme, dass ich zunächst von der vierten Abtheilung her komme, und dann, wenn ich hier die Grenze bekommen habe mit einem Sprung über das ganze Intervall weg in die 6. Abtheilung gehe, und nun mich wieder von dieser aus dem Intervall nähere, so wird letzteres merklich grösser, wenn ich grosse Stationen mache, als wenn ich kleine mache. Bestimme ich ganz im Allgemeinen die Grenzen der sieben Abtheilungen mit sich nähernden Rollen, so werden sie andere, als wenn ich sie mit sich entfernenden Rollen bestimme.

Auch die unter III angeführte Erscheinung hat ihren Grenzfall. Es kommt vor, dass man ziemlich hohe Zuckungen bei irgend einem Reiz vollkommen ausbleiben sieht nach nur kurzer



Arbeit bei einem anderen Reize. Der Uebergang zu einer solchen Grenze ist im Facsimile dargestellt, wo durch den Reiz 1000 die Zuckungen bei 20 zwar nicht für immer, aber doch für 5—6 Schläge vernichtet werden.

Die Anzahl und Art der Reize, welche einen Nerven betroffen haben, bestimmen also noch in viel höherem Maſse die Zuckungshöhen, welche bei irgend einem bestimmten Reize erhalten werden, als dies beim direkt gereizten Muskel der Fall ist, und halte ich es darum noch viel mehr für unmöglich, auf direktem Wege hier ein Zuckungsgesetz aufstellen zu wollen, als beim Muskel.

Während man die Gesetze des geradlinigen Abfalles und seiner parallelen Verschiebung für verschiedene Gewichte bei einem von seinem Nerven aus erregten Muskel ebenfalls demonstriren kann, ist dies nicht der Fall mit dem Gesetz des steileren Abfalles bei schnellerem Tempo.

Wenn man das Tempo bei einem Nervenpräparat variirt, so sieht man zuweilen die Höhen sich nicht merklich ändern, bisweilen scheinen sie aber dem für die Muskeln gültigen Gesetze folgen zu wollen. Soweit ich die Sache verfolgen konnte, scheint es hier auf sehr geringe Zeitunterschiede anzukommen, und bei rascherem Tempo auf eine grosse Regelmässigkeit. Beides konnte mein Apparat nicht leisten. Hingegen gab er wieder in einem Grenzfall sehr regelmässige und entschiedene Resultate.

IV. *Beschleunigt man für irgend einen Rollenabstand, bei dem minimale oder nur mittelhohe Zuckungen erhalten werden das Tempo bis zum Tetanus und kehrt dann plötzlich wieder zum früheren Tempo zurück, so tritt in derselben Weise eine sich über 20—60 Zuckungen erstreckende Erhöhung ein, wie beim Gesetz II.*

Die Beschleunigung des Tempo bis zum Tetanus geschah so, dass ich die Trommel und mit ihr die Scheibe auf dem Windflügel frei laufen liess, indem ich die Arretirung des Elektromagneten mit der Hand weg drückte. Die Trommel drehte sich so, anfangs mit geringer, später mit grosser Geschwindigkeit, und in demselben Maſse wurde der Nerv immer schneller und schneller gereizt. Dabei konnte man bei noch nicht sehr ermüdeten Muskeln deutlich sehen, wie ein Moment eintrat, bei welchem der Muskel zwar noch am Ende jeder Zuckung auf die Abscisse gelangte, aber seine einzelnen Zuckungen bedeutend höher wurden.

Von einer gewissen Grenze ab, bei der aber noch kein Tetanus eintritt, gilt beim Nervenpräparat für die Beschleunigung des Tempo also genau ein umgekehrtes Gesetz wie für den curarisirten direkt gereizten Muskel.

Summirte Zuckungen wegen mangelhafter Abblendung waren dabei ausgeschlossen, da dieselben, wenn sie entstanden, räumlich eine andere Lage auf dem berufsten Papier bekommen mussten.

Bei einer gewissen Geschwindigkeit der Drehung der Trommel trat natürlich Tetanus auf, und bei diesem kann ich nicht mehr behaupten, dass die Abblendung ihre Dienste gethan habe. Nachdem man im Ganzen in diesem beschleunigten Tempo ungefähr 50—100 Reize gegeben hatte, was man an der Trommel leicht abzuschätzen im Stande war, wurde der Windflügel und mit ihm die Trommel angehalten und der Elektromagnet spielte im früheren Tempo weiter. Hier zeigte es sich nun regelmässig, dass die nächsten 20—60 Zuckungen höher waren, als die letzten vor der Beschleunigung des Tempo. Nach dem Tetanus dehnte sich der Muskel gewöhnlich nur langsam zur früheren Abscisse wieder aus und die dem geradlinigen Abfall entsprechenden höheren Zuckungen erschienen auf diese Dehnungscurve aufgesetzt.

Auch dieses Gesetz hat ganz ähnlich wie die anderen seinen Grenzfall in Reizstärken für die zwar keine Zuckungen auftreten, welche aber in der Nähe wirksamer liegen. Wenn man für eine solche das Tempo beschleunigt, so sieht man bei einer gewissen Geschwindigkeit e r s t e i n z e l n e Z u c k u n g e n und dann bei zunehmender Geschwindigkeit Tetanus auftreten. Nach diesem zuckt dann der Muskel auch im früheren Tempo eine Zeit lang in raschem geradlinigem Abfall. Dieses gilt ganz besonders auch für Rollenabstände, die sich im Intervall befinden; nur sieht man hier mit beschleunigtem Tempo n i e e i n z e l n e Z u c k u n g e n, sondern gleich Tetanus auftreten.

Ausdrücklich hervorzuheben ist, dass alle diese Erscheinungen auch bei unpolarisirbaren Elektroden auftreten. Um diese anlegen zu können, wurden aus meinen gewöhnlichen Elektroden die Platindrähte herausgenommen und an ihre Stelle Zinkdrähte eingelegt, welche gut verquecksilbert und bis auf ihre beiden Enden ganz lakirt waren. Am oberen Ende wurden wie gewohnlich die Zuleitungsdrähte von Kupfer fest geschraubt,

die unteren wurden zunächst mit nicht gewichstem Baumwollenfaden umwickelt, dieser in Zinksulphatlösung getaucht und hernach über ihn ein in Na Cl-Lösung eingeweichtes Pergamentpapier fest gebunden. Mit diesem berührten die Elektroden den auf dem Nerven liegenden Kochsalzbausch. Es gelang mir sehr häufig alle Nervenerscheinungen unmittelbar nach der Präparation zu zeigen; bald aber schienen die Nerven überhaupt nicht mehr zu reagiren, was indessen nur vom Vertrocknen der Baumwollenfäden um die Elektroden herrührte, denn wenn dieselben wieder ganz neu präparirt wurden, so reagirten die Nerven in alter Weise. So wurde aber das Arbeiten mit unpolarisirbaren Elektroden sehr langweilig, und da sie überdies den Platinelektroden gegenüber gar keinen Vortheil boten, sondern im Gegentheil ihr Widerstand sich in einer für das Resultat sehr merklichen aber unberechenbaren Weise änderte, legte ich sie weg, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass bei ihnen die Erscheinungen gerade so auftreten können wie bei Platinelektroden.

Nach diesem habe ich noch einige Worte über den direkt gereizten nicht curarisirten Muskel zu sagen. Während derselbe unter allen Umständen für maximale Reize sich verhält, wie wenn er curarisirt wäre, so kann er im Sommer bei sehr empfindlichen Thieren für untermaximale Reize sich zuweilen verhalten, wie wenn er von seinem Nerven aus erregt würde. So zeigt er namentlich nicht selten die Erscheinung der temporären Zuckungserhöhung nach momentaner Reizverstärkung und nach Tetanus, wenn auch nicht so exquisit wie bei isolirter Nervenreizung, so doch in einem solchen Maſse, dass ich eine Zeit lang geneigt war alle diese Erscheinungen dem Muskel allein zuzuschreiben und den Nerven nur als eine Art Telegraphendraht zu betrachten. Die Kreuz- und Querzüge, die ich anstellte, ehe mir das Curare aus der Noth half, dürften von wenig Interesse sein; ich will nur noch bemerken, dass die trägen Wintermuskeln sich wenig von den curarisirten unterscheiden.

In dieser Form gelten alle angeführten Erscheinungen nur vom blutlosen Muskel. Wesentlich anders verhält sich der bluthaltige Muskel. Ich mache einen ausdrücklichen Unterschied zwischen einem bluthaltigen und einem schlecht präparirten Muskel. Unter ersterem verstehe ich einen solchen, bei welchem die Präparation nach den angegebenen Regeln in der Weise gelungen ist, dass das Thier nur sehr wenig, d. h. kaum

einige Tropfen Blut verloren hat und auch während der Arbeit nirgends eine merkliche Blutung auftritt und dass die Circulation in den arbeitenden Muskeln eine möglichst ungehinderte ist. Ist dieses nicht gelungen, oder hat man absichtlich irgend welche Gefässe bluten lassen, so nenne ich den Muskel einen schlecht präparirten und werde von diesem erst später zu reden haben. In diesem Sinne rede ich zunächst

Vom curarisirten bluthaltigen Muskel.

I. *Wenn man dem curarisirten bluthaltigen Muskel in regelmässigen Intervallen maximale oder untermaximale Reize zuführt, so röthet sich der anfangs blassrosa gefärbte Muskel mit zunehmender Arbeit immer mehr und mehr und geht die Wallung des Blutes nicht selten bis zur Bildung von Extravasaten.*

Was die Hubhöhen eines solchen Muskels betrifft, so müssen unterschieden werden als von wesentlich verschiedenem Effect: maximale, untermaximale und minimale Anfangsreize.

II. *Bei untermaximalen Anfangsreizen wachsen die Höhen der 200—500 ersten Zuckungen continuirlich an, bis zum $1\frac{1}{2}$ fachen der Höhen der ersten Zuckungen; dann bleiben die Höhen der nächsten 1000—2000 Zuckungen bis auf $\frac{1}{4}$ mm genau gleich gross und beginnen nachher langsam aber continuirlich abzusinken.*

Je kleiner der Frosch ist, desto kleiner sind alle absoluten hier in Betracht kommenden Zahlen. Von einem sehr kleinen Frosch führe ich ein Beispiel in Zahlen an. Die untermaximale Reizstärke war 200.

Nummer der Zuckung.	Höhe derselben.	Nummer der Zuckung.	Höhe derselben.
1	5,0	200	6,8
10	5,4	250	6,7
20	6,0	300	6,5
60	6,5	1311	3,0
120	6,8	1877	2,0

Sowohl für maximale wie für minimale Zuckungen gilt diese Regel nicht mehr, sondern es treten an ihre Stelle folgende:

III. *Ist ein Anfangsreiz minimal, sind also von Anfang an die Höhen der Zuckungen sehr niedrige, so tritt gar kein Ansteigen derselben ein, sondern sie fallen geradlinig und rasch ab. In diesem Falle tritt auch keine Röthung des Muskels ein.*



Als Beispiel gebe ich einige Daten aus der Curve, welche der zum vorigen Beispiel gehörende Muskel der anderen Seite für denselben Reiz gezeichnet hat.

Nummer der Zuckung.	Höhe derselben.
1	3,4
20	3,3
305	0,1

IV. *Reizt man einen Muskel von Anfang an mit maximalen Reizen, so wachsen in den ersten 100—300 Zuckungen die Höhen derselben continuirlich und bis zum Doppelten der ersten Höhe an. Von diesem Punct an fallen sie aber geradlinig ab und verhält sich der Muskel überhaupt gegen jegliche Reize, auch gegen untermaximale und minimale wie ein blutloser.*

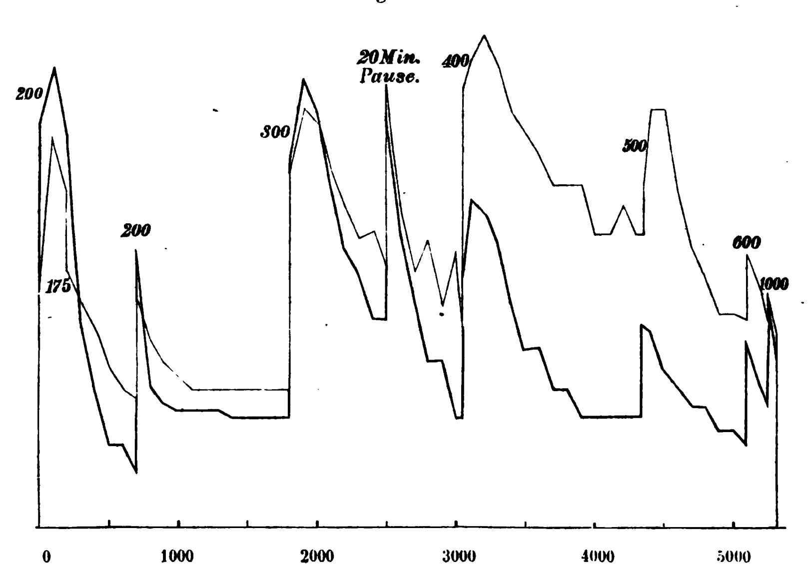
Was die Form der die oberen Endpuncte aller Zuckungshöhen verbindenden Curve betrifft, so ist diese immer gegen die Abscisse concav. Soweit man hier zwei verschiedene Muskeln mit einander vergleichen darf, scheint mir die Curve um so gestreckter zu verlaufen und auch um so länger zu sein, je geringer die Zuckungshöhen überhaupt sind. Auf jeden Fall nimmt die Curve ihren schroffsten Verlauf, ein rasches fast geradliniges Ansteigen, an das sich ohne horizontalen Theil ein genau geradliniger Abfall unmittelbar anschliesst: bei maximalen Reizen. Ganz ähnlich verläuft die Curve auch dann schon, wenn der Reiz noch kein maximaler ist, sondern demselben nur nahe steht. Die Zuckungshöhen wachsen auch hier in einer Weise an, dass sie bald für maximale imponiren können, weil man auf Reizverstärkung keine merklich höheren Zuckungen bekommt. Erst wenn der Muskel dann in den absteigenden Theil seiner Curve kommt, so ist die Differenz zwischen den Höhen der Zuckungen bei der in Frage stehenden und der maximalen Reizstärke sehr deutlich zu sehen.

Wenn man den Muskel überhaupt nur mit untermaximalen Reizen gereizt hat, so lässt sich in Bezug auf eine Reizänderung folgendes Gesetz formuliren.

V. *Wenn man den Reiz verstärkt, sei es nun, dass der Muskel für den alten Reiz nicht mehr zuckt, oder dass er sich in irgend einem Puncte seiner Curve befindet, so bekommt man immer wieder ein neues Ansteigen, es sei denn, dass schon der erste Reiz dem maximalen sehr nahe war, oder dass der Muskel schon eine sehr grosse Arbeit, d. h. ungefähr 5000 Zuckungen geleistet hat.*

Um hiefür einen gedrängteren Beweis geben zu können, als es mit langen Zahlenbeispielen möglich ist, habe ich von einem Versuch je die 100. Zuckung in 10facher Länge in Figur 10 aufgetragen. Die stark ausgezogene Curve gilt für den rechten

Fig. 13.



Muskel, die schwach ausgezogene für den linken. Beim linken Muskel sehen wir einen einfachen, annähernd geradlinigen Abfall nach ungefähr 1400 Zuckungen bei der Reizstärke 500, beim rechten Muskel aber erst nach ungefähr 5200 Zuckungen bei der Reizstärke 600 eintreten.

Wenn man umgekehrt einen geringeren Reiz nimmt, nachdem der Muskel mit einem stärkeren, aber nicht maximalen schon eine Zeit lang gearbeitet hat, so bemerkt man beim schwächeren Reiz nie ein Ansteigen, wohl aber zuckt er in einer fast horizontalen Linie weiter, wenn der Muskel sich beim ersten, stärkeren Reiz im ansteigenden oder horizontalen Theile befunden hatte. War er schon im absteigenden, so tritt ausser absolut niedrigeren Zuckungen auch ein rascherer Abfall derselben ein. — Wiederum als Grenzfall dieser Erscheinung gelingt folgendes Experiment sehr leicht. Man sucht für einen frischen Muskel den Minimal-

reiz, indem man mit der secundären Spirale gegen die primäre hin vorgeht und merkt sich die Stellungen, bei denen der Muskel nicht oder eben nur kurze Zeit und minimal zuckt. Nun nimmt man einen stärkeren Reiz, bei dem ein merkliches Ansteigen eintritt, lässt dieses ungefähr seinen Höhepunct erreichen, und geht jetzt zu einem der früheren Minimalreize zurück. Man wird finden, dass er nun dauernde Zuckungen von merklicher Höhe auslöst, also nicht mehr minimal ist. Auf diese Weise kann man, ähnlich wie beim vom Nerven aus gereizten Salzmuskel, den wirksamen Scalentheil vergrössern. In beiden Fällen jedoch hat die Erscheinung entschieden andere Ursachen: in dem einen sind es besondere Eigenschaften der Nerven, im anderen solche des Blutes. Geht man nach einiger Zeit wieder zu der Reizstärke zurück, bei der man das Ansteigen bekommen hatte, so findet nicht selten ein erneutes, aber nur kurz dauerndes Ansteigen statt, an das sich dann ein horizontaler Verlauf schliesst. Für andere Reize verhält sich der Muskel natürlich nach den schon angegebenen Regeln.

Ich erwähne hier noch einmal, dass der untermaximal gereizte Blutmuskel nach längerer, der maximal gereizte aber schon nach einer viel kürzeren Zeit in ein Stadium kommt, in dem er von einem Salzmuskel in seinem Verhalten nicht mehr unterschieden werden kann. Es gilt dies auch in Bezug auf Gewicht- und Tempowechsel.

Was den Einfluss dieser Variablen betrifft bevor dieses Stadium eingetreten ist, so kann ich darüber nur sehr wenig aussagen. Der Grund davon liegt darin, dass eben hier der Curvenverlauf kein so genau bestimmter ist, wie beim Salzmuskel, und darum an einem und demselben Blutmuskel nicht mit der Sicherheit vergleichende Versuche angestellt werden können, wie am Salzmuskel. Vergleichung zweier verschiedener Muskeln ist aber fast unzulässig. Im Allgemeinen kann ich nur sagen, dass auch der Blutmuskel für ein grösseres Gewicht niedriger zuckt. Wie dadurch seine Curve aber verändert wird, ob sie eventuell auch nur parallel mit sich selbst verschoben erscheint, weiss ich nicht.

Was Tempoeinflüsse betrifft, so kann ich nur sagen, dass ich im Wesentlichen dieselben Curven erhalten habe, ob ich nun alle 2, oder alle 4, oder alle 6 Secunden einmal reizte. In diesem Intervall scheint also die Gestalt der Curve nur von der

geleisteten Arbeit, nicht aber von der dazu gebrauchten Zeit abhängig zu sein.

Von einem besonderen Einflusse hingegen sind Pausen von 20 bis 30 Minuten. Sie wirken verschieden, je nachdem sie in dem ansteigenden, horizontalen, oder absteigenden Theil der Curve für ein und dieselbe Reizstärke eingefügt werden. Im Anfange des ansteigenden Theiles zuckt ein Muskel nach einer solchen Pause niedriger, als unmittelbar vorher. Es macht den Eindruck, als wäre die vorausgegangene Arbeit von gar keinem Einfluss auf ihn gewesen, und man hätte nun einen ganz frischen Muskel vor sich. In der That steigt die Curve von neuem an und verläuft überhaupt wie die eines ganz frischen Muskels. Lässt man die Pause etwas später eintreten, wo man sich schon sehr in der Nähe des horizontalen Theiles oder in dessen Anfang befindet, so sind die Zuckungen nach der Pause sehr viel grösser, als vor derselben, und bleiben es auch über einige Hundert von Zuckungen hin. Am Ende des horizontalen Verlaufes oder am absteigenden Theil der Curve bewirken Pausen nur eine kurz dauernde, sich über etwa 20—30 Zuckungen erstreckende Erhöhung.

Dieser Einfluss der Pausen gilt nicht für maximale Reize. Sobald ein Muskel mehr als 100—150 maximale Reize bekommen hat, ist durch eine Pause bis zu 30 Minuten auch bei günstiger Circulation keine Restitutio ad integrum mehr möglich, in der Art, dass nach der Pause eine mehr als 20—30 Zuckungen dauernde Erhöhung eintreten würde. Nach den Versuchen von *Kronecker* kann die Pause sogar beliebig lange, d. h. bis zu Tagen ausgedehnt werden, ohne dass eine vollkommene Restitution eintreten würde.

Während man beim guten Salzmuskel leicht dahin gelangen kann, Curven zu erhalten, deren Genauigkeit, soweit überhaupt eine Controle durch Messung mit blossem Auge möglich ist, eine absolute genannt werden kann, so zeigen alle Curven des bluthaltigen Muskels eine gewisse Unregelmässigkeit, die darin besteht, dass häufig ohne irgend eine erkennbare Ursache einzelne Zuckungen in unstätiger Weise bis zu $^1/_4$ mm höher oder niedriger sind, als die benachbarten.

Der einfache Beweis, dass diese Unregelmässigkeiten nicht vom Contact herrührten, ist der, dass sie bei beiden zugleich gereizten Muskeln eines und desselben Thieres ganz ungleich ein-



treten und häufig bei demselben Reize sich in verschiedenem Sinne zeigen.

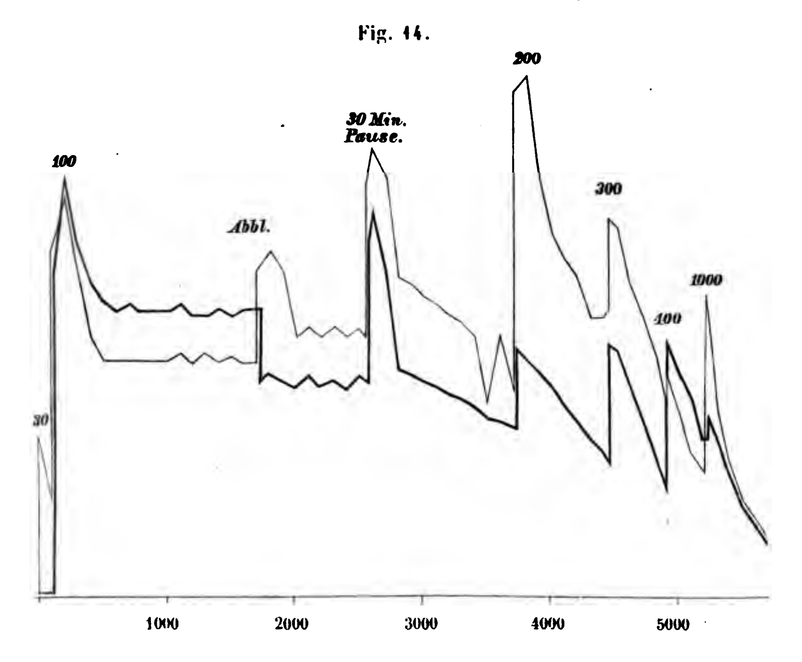
Ehe ich den Versuch mache alle bis jetzt angeführten Erscheinungen des Blutmuskels in einen Causalzusammenhang unter einander zu bringen, muss ich sprechen

Vom unvergifteten direkt gereizten Blutmuskel.

Derselbe verhält sich gegen maximale und gegen minimale Reize wie ein Curaremuskel, im Allgemeinen aber nicht so gegen untermaximale Reize. Es kommt indessen sehr häufig und je sorgfältiger die Präparation ist desto häufiger vor, dass der unvergiftete Muskel sich auch für diese nicht vom curarisirten unterscheidet. Einen solchen Fall habe ich in Fig. 14 in derselben Weise dargestellt wie der von einem curarisirten Muskel in Fig. 13 dargestellt ist. Von dieser Regel habe ich indessen zu prägnante Ausnahmen gesehen, um dieselben nicht anführen zu müssen, um so mehr als sie mir eben beim curarisirten Muskel nie begegnet sind.

Die Ausnahmen beziehen sich auf den Verlauf der Curve bei einer und derselben untermaximalen Reizstärke. Sie sind aber der Art, dass auch bei ihnen sich ein aufsteigender, ein hori-

Fig. 14.



zontaler und ein absteigender Theil markirt. Sie lassen sich in folgende drei Fälle zusammen fassen.

1. Wenn man den Muskel mit einem untermaximalen Reize zu reizen beginnt, so können in der unregelmässigsten Weise Zuckungen zweier Sorten, einer höheren und einer niedrigeren mit einander abwechseln, erstere aber allmählich immer zahlreicher werden; auch kann eine neue Sorte noch höherer Zuckungen sich unter sie mischen, die ebenfalls immer zahlreicher werden, während die niedrigste Sorte ganz verschwindet. So wird endlich der dem horizontalen der gewöhnlichen Curve entsprechende Theil erreicht, auf dem alle Zuckungen absolut höher sind als am Anfang, wenn sie unter sich selbst auch wieder in Sorten verschiedener Höhen getheilt werden können. In derselben Weise wie die Zuckungen wachsen, nehmen sie auch ab, um indessen bald in einen ziemlich geradlinigen Abfall überzugehen.

2. Im Anfang scheint gar keine Erhöhung, sondern wie bei den minimalen Reizen ein geradliniger Abfall eintreten zu wollen. Plötzlich wird derselbe von einzelnen höheren Zuckungen unterbrochen, die immer häufiger werden, gruppenweise auftreten und schliesslich nur noch allein erscheinen, um nun ihrerseits geradlinig abzufallen, bis sie wieder von neuen, höheren Zuckungen unterbrochen werden und dieselbe Erscheinung sich mehrere male wiederholt, um dann schliesslich ohne einen merklichen horizontalen Theil mit einem geradlinigen Abfall zu enden.

3. Der anfänglich verhältnissmässig niedrige Verlauf der Curve wird plötzlich, gleichsam sprungweise, von höheren Zuckungen unterbrochen, die nun ihrerseits keinen Abfall, sondern einen annähernd horizontalen Verlauf zeigen, bis auch sie wieder sprungweise von höheren Zuckungen unterbrochen werden. Ebenso geschieht zuweilen das Absinken sprungweise, indem die höheren Zuckungen plötzlich aufhören, und eine niedrigere Sorte beginnt.

Merkwürdig hierbei ist, dass diese Sprünge zuweilen zusammen mit Reflexbewegungen, die durch unbekannte Ursachen ausgelöst worden sind, auftreten. Aber auch auf absichtliche Reizungen des Vorderthieres, oder (da wo ich nur ein Bein in den Apparat eingespannt hatte) des unversehrten Beines, traten sie zuweilen auf, und zwar, ohne dass auf den Reiz immer Reflexbewegungen entstanden wären. Als solche Reize fand ich besonders Bespritzen mit Wasser in heissen Sommertagen geeignet,



eine Sache, die ich natürlich von Zeit zu Zeit vorzunehmen hatte, um mir das Präparat nicht eintrocknen zu lassen.

Erinnern wir uns hier an die Transfusionsversuche welche im hiesigen Laboratorium ausgeführt worden, so werden wir nicht mehr zweifelhaft sein, dass als nächste Ursache der besonderen Erscheinungen am Blutmuskel in der That das Blut anzusprechen ist. Ebenso dürften zwanglos die Unregelmässigkeiten, welche der unvergiftete Muskel zeigen kann, in Verbindung gebracht werden mit den eigenthümlichen Veränderungen des Strömungswiderstandes im Muskel durch Zuckungen, wie sie *Ludwig* und *Alex. Schmidt* beschrieben haben. Erklärt man dieselben durch active Veränderung der Gefässlumina, so können wir auch einen Grund dafür angeben, warum sie beim curarisirten Muskel nicht auftreten. Bei diesem sind nach mehreren Angaben die kleineren Arterien, also die Gefässe, auf welche es hier wesentlich ankommen wird, gleichmässig verengt, und wird so eine Regelmässigkeit des Blutzuflusses bewirkt, indem eine Aenderung ihres Lumens nicht eintritt. Beim unvergifteten Muskel hingegen wird sich im Allgemeinen das Lumen der Gefässe ändern, und mit ihm die Blutmenge, welche dem Muskel oder bestimmten Portionen desselben, in der Zeiteinheit zufliesst, und damit aber auch der Grad der Erholung zwischen je zwei Zuckungen. Das regelmässige Ansteigen der Curve beim Curaremuskel würde ich demgemäss durch eine gleichmässige Beschleunigung des Blutzuflusses und die besonderen Erscheinungen am unvergifteten Muskel durch plötzliche oder rhythmische Aenderungen der Circulationswiderstände erklären.

Hiernach lag es nahe, Versuche mit Giften anzustellen, welche das Lumen der kleineren Arterien erweitern, und wählte ich hiezu Opium. Die Wahl war indessen keine gute. Erstens kommen mit Opium vergiftete Thiere in ein Stadium, in dem sie sich von Strychninfröschen kaum unterscheiden, so dass es sehr schwer ist ein vollkommen vergiftetes Thier zu erhalten, das vor dem Versuch sich nicht schon bedeutend abgearbeitet hätte. Zweitens aber bluten gerade diese Thiere so sehr leicht, dass es mitunter nicht möglich wird die Blutung zu stillen, ehe eine merkliche Menge Blut verloren gegangen ist. Wenn ich so aus wenigen Versuchen, die ich als gelungen bezeichnen kann, einen

Schluss ziehen darf, so scheint in der That beim Opiummuskel, entsprechend den weiteren Circulationswegen für das Blut, ein sehr viel rascheres und bedeutenderes Ansteigen statt zu haben, als beim Curaremuskel. Meistens aber verhält sich der Opiummuskel in keiner Weise regelmässig, sondern vielleicht noch ungeordneter als

Der schlecht präparirte Muskel.

Zuweilen kommt es vor, dass eben trotz aller Sorgfalt bei einem Muskel die Blutung nicht zu stillen ist. In diesem Falle, oder auch dann, wenn man absichtlich schlecht präparirt hat, sieht man zunächst mit der Zahl der Zuckungen die Blutung zunehmen, aber zugleich werden die Zuckungen — maximale auch hier ausgenommen — in vollkommen unberechenbarer Weise unregelmässig. Regelmässig und zwar wieder mit allen Kennzeichen des blutlosen Muskels werden sie nur bei maximalen Reizen oder nach längerer Arbeit, mit der dann auch immer ein bedeutender Blutverlust des Thieres verbunden ist. Diese Fälle ausgenommen scheint es zuweilen allerdings, als könne man auch hier die Grundzüge eines ansteigenden, horizontalen und absteigenden Theiles wieder herausfinden, indessen auf jeden Fall nur dann, wenn man eben diesen Verlauf an einem gut präparirten Muskel schon studirt hat. Da ich eben zwei Mittel kannte diese Unregelmässigkeiten zu entfernen, einmal die möglichst vollkommene Entfernung des Blutes und zweitens die Regelung des Blutzuflusses, so schien mir ein genaueres Studium derselben nur dann einen Werth haben zu können, wenn ich zugleich eine Controle über die Circulation hatte.

In diesem Sinne machte ich Transfusionsversuche. Sehr bald wurde ich hierbei jedoch belehrt, dass ausser der in der Zeiteinheit durch den Muskel strömenden Blutmenge der Druck unter welchem dieses geschieht und die chemische Beschaffenheit des Blutes von einem so grossen Einfluss auf untermaximale Zuckungshöhen sind, dass sie durchaus genau bestimmt werden müssen. Hiemit sah ich mich aber vor eine Aufgabe gestellt, von der ich Abstand nehmen zu müssen glaubte.

Ich möchte hier noch einmal auf den Unterschied der maximalen und untermaximalen Reize zurückkommen. Wir sehen also, dass beim direkt gereizten Muskel sich wesentlich gleich verhalten: maximale Zuckungen an jedem Muskel, und untermaxi-



male am blutlosen, dass von ihnen sich aber verschieden verhalten die untermaximalen Zuckungen des bluthaltigen Muskels. Halten wir aber damit zusammen, dass der bluthaltige Muskel durch maximale Reize so verändert werden kann, dass er nun auch gegen untermaximale sich verhält wie ein blutloser, so erkennen wir, dass das Blut einen Muskel bei untermaximalen Reizen vor einem besonderen Einfluss derselben schützen muss, wie er bei blutlosen Präparaten, oder bei maximalen Reizen und nach diesen sich geltend machen kann. Dieser besondere Einfluss kann, einmal eingetreten, durch das Blut nicht wieder gut gemacht werden, (denn eine Restitutio ad integrum ist nur nach untermaximalen Zuckungen des Blutmuskels möglich) und muss er darum wesentlich das Gefüge — wenn ich mich so ausdrücken darf — die Maschinentheile des Muskels angreifen. Künstlichen Motoren gegenüber zeigt also der Muskel die Eigenthümlichkeit, dass er ohne »Speisung« eine Zeit lang arbeiten, also von seinen eigenen Maschinentheilen zehren kann.

Die präzisen Gesetze, welche sich am blutleeren Muskel demonstriren lassen, sind der Ausdruck der Gesetzmässigkeit dieser Zehrung und somit auch der Gesetzmässigkeit der Construction der Muskelmaschine.

Für den bluthaltigen Muskel scheint mir das parallel mit der zunehmenden Wallung des Blutes gehende Ansteigen der Zuckungshöhen zu beweisen, dass innerhalb gewisser Grenzen die Muskelmaschine auf einen Reiz um so mehr Speisung mit Nutzen verbrauchen kann, je mehr ihr überhaupt geboten wird. Es hat schon *Kronecker* diese auch bei maximalen Reizen beim »schlecht präparirten« Muskel auftretende Erscheinung mit der »Treppe« verglichen, welche der Froschherzventrikel unter gewissen Umständen zeichnet und ist es ihm in letzter Zeit [1]) in der That auch gelungen, diese Treppe beim Herzen als eine vom Blut abhängige und durch dasselbe bedingte Erscheinung zu demonstriren. Es realisirt der Ventrikel des Froschherzens wiederum einen der so lehrreichen Grenzfälle. Hier haben wir einen Muskel mit sehr kleiner Masse und grosser Oberfläche, die verhältnissmässig leicht, entweder mit Blut oder mit einer indifferenten Flüssigkeit umgeben werden kann. Gerade dieser Muskel ist

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie, *Carl Ludwig* zum 15. Oct. 1874 gewidmet von seinen Schülern. Leipzig 1875. S. 200.

also zu Transfusionsversuchen in hohem Mafse geeignet. Ausserdem hat er noch die Besonderheit, dass er nur maximale Zuckungen zu machen im Stande ist. Wenn wir seine Maschinentheile von diesen nicht angegriffen sehen, so müssen wir uns dieses aus den inneren günstigen Ernährungsverhältnissen, unter denen sie sich befinden, erklären. Wir sehen ja beim gewöhnlichen Blutmuskel auf maximale Reize ebenfalls ein Ansteigen der Zuckungshöhen eintreten, also auch hier muss eine Zeit lang der schädliche Einfluss der maximalen Reize nicht nur compensirt, sondern übercompensirt werden. Wenn dieses nicht auf die Dauer oder wenigstens wie bei untermaximalen Reizen für eine sehr viel längere Zeit geschieht, so suche ich den Grund in den für die Arbeitsleistungen relativ ungenügenden Circulationsverhältnissen. Wenn also, auch ohne dass jemals maximal gereizt worden wäre, die Zuckungen sich schliesslich verhalten wie die vom blutlosen Muskel, so ist mir das ein Zeichen für die jetzt eingetretene vollkommene Erschöpfung des Blutes, in Folge deren nun der Muskel, wenn er zu weiterer Arbeit gezwungen wird, seine eigenen Maschinentheile angreifen muss. Hiefür finde ich ausserdem noch eine Stütze in folgender Erscheinung. Im Anfang meiner Versuche pflegte ich nur je einen Muskel zu reizen. Sobald derselbe sehr ermüdet war, fing ich mit dem der anderen Seite zu experimentiren an, und war dann hier die in Folge der Arbeit auftretende Röthung nicht nur sehr viel geringer als beim ersten, sondern der zweite Muskel zeigte auch nach einem unverhältnissmässig geringen Steigen sofort einen geradlinigen Abfall. Weil also durch den ersten Muskel das Blut schon erschöpft war, verhielt sich der zweite fast wie ein blutleerer Muskel.

Nach diesem kann nun auch das geringe Ansteigen, welches man beim maximal gereizten schlecht präparirten Muskel und sogar mitunter an dem mit Kochsalzlösung ausgespülten beobachtet auf geringe Blutreste, die in den Gefässen verblieben waren, zurückgeführt werden. Ebenso möchte ich wenigstens theilweise die Unregelmässigkeiten des untermaximal gereizten schlecht präparirten Muskels durch seine sehr unregelmässige und schlechte Circulation erklären.

Mit Absicht spreche ich zuletzt vom bluthaltigen Muskel, der vom Nerven aus gereizt wird.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass derselbe zum blut-



haltigen direkt gereizten Muskel sich verhält, wie der von seinem Nerven aus gereizte Salzmuskel zum direkt gereizten.

So sieht man bei immer gleichen, in gleichen Intervallen sich folgenden Reizen, wenn von Anfang an die Zuckungshöhen sehr niedrige waren einen einfachen geradlinigen Abfall. Waren sie hoch genug um eine Fluxion des Blutes zu bewirken, so tritt, ganz genau wie beim direkt gereizten Blutmuskel, ein Ansteigen, ein horizontaler Verlauf und ein Absteigen der Curve der Zuckungshöhen ein. Maximale Reize sind vom Nerven aus unmöglich, denn auch hier findet man jenes schon beschriebene Intervall auf der Scala, für welches der Muskel nicht zuckt und ist man so beim frischen Muskel von keiner Schlittenstellung aus im Stande, jenes, für maximale und ihnen nahe liegende Reize charakteristische, rasche Ansteigen, mit folgendem geradlinigem Abfall zu erhalten.

Auch die Erscheinung der Erhöhung und Erniedrigung der Zuckungen nach Reizänderungen kann man an diesem Präparate sehen. Jedoch ist die Erniedrigung gewöhnlich von sehr geringer Dauer, die Erhöhung aber im Gegentheil manchmal eine bleibende. Im letzteren Falle ist die Erscheinung eben einfach gemischt mit der bei Reizänderung am curarisirten Blutmuskel beschriebenen.

Bei gleichbleibendem Reize treten an unserem Präparat jene Erscheinungen, die ich am unvergifteten Curareblutmuskel beschrieben habe, vielleicht noch häufiger auf als dort; d. h. es gelingt hier noch viel seltener eine ganz regelmässig verlaufende Curve zu finden. Dass hierbei eine direkte Reizung von Gefässnerven nicht ausgeschlossen werden kann, brauche ich kaum hervorzuheben.

Durch eine lang fortgesetzte Arbeit kommt auch hier der Muskel endlich in ein Stadium, in welchem er sich wie ein blutleerer Muskel verhält, und war es zuerst an solchen Präparaten, an denen ich jene auffallenden Nervenerscheinungen studiren konnte. Aus diesem Grund unterschied ich eine Zeit lang am vom Nerven aus gereizten Blutmuskel zwei Stadien, in der Art, dass im ersten andere Gesetze gelten sollten als im zweiten. Die Beobachtung dass das zweite Stadium jeweils an dem zweiten Muskel eines und desselben Thieres sehr viel rascher eintrat als es beim ersten eingetreten war, half mir zunächst dazu, den Sachverhalt besser einsehen zu lernen. Aber wenn ich nun auch

nähere Ursachen dieser Erscheinungen anzugeben im Stande bin, so halte ich diese Unterscheidung eines ersten und zweiten Stadium doch praktisch für nützlich.

Erinnern wir uns daran, in wie hohem Grade gleichmässig, und fein abstufbar die normale centrale tetanische Nervenerregung sein muss, um z. B. die durch Muskelaction bewirkte feine Einstellung bestimmter Theile des Kehlkopfs und des Auges zu ermöglichen, und halten wir diesem die hier mitgetheilten bei künstlicher Reizung gewonnenen Resultate gegenüber, so müssen wir zugeben, dass im Allgemeinen ein einzelner Inductionsschlag, der einen Nerven trifft in diesem ausser der Erregung noch Veränderungen verursacht, wie sie bei der normalen, centralen Reizung nicht statt haben, es sei denn, dass wir weit gehende Unterschiede zwischen den beim Tetanus statt habenden Molekularvorgängen und den durch einen einfachen Inductionsschlag ausgelösten annehmen wollten.

Treten schon an einem guten indirekt gereizten Blutmuskel die einzelnen Erscheinungen zuweilen sehr verwickelt auf, so ist dies bei einem schlecht präparirten die Regel. Bei gleichbleibenden Intervallen und gleicher Reizstärke erhält man von einem solchen Muskel schon so unregelmässige Zuckungen, dass eben einfach keine Gesetzmässigkeit aus denselben zu erkennen ist; geradezu verwirrende Erscheinungen erhält man aber auf Aenderungen des Tempo oder der Reizstärke. Dasselbe ist natürlich auch der Fall bei dem gewöhnlichen, stromprüfenden Froschschenkel. Dass hierbei in keiner Weise etwa Unregelmässigkeiten des Contactes mit herangezogen werden können, beweist ausser der grossen Regelmässigkeit der richtig behandelten Präparate der einfache Versuch mit jedem Inductionsschlage immer zwei Nerven zu reizen. Man wird hier dann meistens finden, dass die Unregelmässigkeiten der Zuckungshöhen der beiden so erregten Muskeln bei einem und demselben Reiz in verschiedenem Sinne erfolgen.

Dies gilt aber nur für einen guten Capillarcontact. An Kochsalzpräparaten, die mit einem solchen ganz regelmässig arbeiten, habe ich mich überzeugt, dass allerdings durch einen gewöhnlichen Contact Unregelmässigkeiten verursacht werden, sobald die Reizung keine maximale ist.

Das Präparat, mit dem ich zu arbeiten anfing, ein gewöhnlicher stromprüfender Froschschenkel, ohne Rücksicht auf seinen



Blutgehalt hergestellt, mit einem gewöhnlichen Contact und kleinen unpolarisirbaren, ständig ihren Widerstand ändernden, Elektroden gereizt, und trotz feuchter Kammer ungenügend vor Vertrocknung geschützt, bot allerdings die hier beschriebenen Erscheinungen vollkommen unkenntlich, gleichsam in einem solch wirren Knäuel dar, dass es der sorgfältigen Leitung meiner Arbeit von Seiten der Herren *C. Ludwig* und *H. Kronecker* bedurfte, um aus dem Knäuel einige Enden zu gewinnen, die sich auf etwas längere Strecken abwickeln liessen. Den genannten Herren habe ich also für manche Unterstützung in Rath und That meinen besten Dank abzustatten.

Ueber die krystallisirenden Bestandtheile des Lungensaftes.

Von

G. Grübner.

Dem Theile des Lungengewebes, in welchem sich die Capillaren der Pulmonararterie verbreiten, soll nach der gegenwärtig verbreiteten Ansicht eine sehr geringe chemische Bewegung eigenthümlich sein, und zwar darum, weil an jenen Orten saftreiche Zellen so gut wie gänzlich fehlen. Darf man hieraus auch schliessen, dass die chemische Umsetzung in dem Gewebe der Lungenbläschen eine andere und vielleicht auch eine geringere als in den zellenreichen Gebilden sei, so würde man in dem Schlusse aus Analogien doch zu weit gehen, wenn man das Gewebe, welches die athmenden Gefässe trägt, für chemisch unwirksam erklären wollte. Denn es ist uns aus einzelnen Beispielen u. a. dem des Bauchspeichels bekannt, dass innerhalb des Organismus auch ohne Betheiligung der Zellen die Eiweisskörper und Fette zerlegt werden können.

Die Befähigung des Gewebes der Lungenbläschen zu einer ähnlichen Wirkung kann demnach im Prinzip nicht bestritten werden, umsoweniger als uns genügende Nachweise dafür vorliegen, dass in jenem Theile der Lunge chemische Umsetzungen stattfinden.

Zu diesen wären zu zählen die Erfahrungen, welche man über die Temperatur des Blutes im rechten und linken Herzen gesammelt hat. Beim Kaninchen, bei Wiederkäuern und beim Pferde haben *Colin*[1], *Jacobson* und *Bernhardt*[2] die Wärme des

1) Annales d. Sciences naturelles VII. 83—103. 1867. —
2) Centralblatt für medizin. Wissenschaften 1868. Nr. 41.

in die Lunge strömenden Blutes häufig geringer als diejenige des Aortenblutes gefunden. Da die eingeathmete Luft kühler und trockner als die ausgeathmete ist, so bedingt der Luftwechsel einen Wärmeverlust, und wenn trotzdem das Blut jenseits der Lunge höher temperirt anlangt, so muss in der letzteren selbst eine Wärmequelle vorhanden sein. Nun hat allerdings *Colin* öfters beim Pferde und Wiederkäuern, und es haben *G. v. Liebig*[1]), *Th. Bischoff, Cl. Bernard*[2]), *Heidenhain*[3]) und *Körner*[4]) durchweg beim Hunde die rechte Herzhälfte höher erwärmt gefunden als die linke. Aber damit ist der Beweis, dass sich in der Lunge Wärme bilde, so lange nicht erschüttert, als sich nicht zeigen lässt, dass zur Erklärung des Temperaturunterschieds beider Herzhälften der in der Lunge erlittene Wärmeverlust ausreicht. Bevor dieses geschehen, bleibt es gestattet, das veränderliche Verhalten durch die Annahme zu erklären, dass bei gewissen Säugethieren stets, bei andern aber zeitweilig die abkühlenden über die erwärmenden Vorgänge das Uebergewicht besitzen. Demgemäss würde man aus den Thatsachen, die gegenwärtig über den Temperaturunterschied des rechten und linken Herzens vorliegen, auf einen innerhalb des Lungengewebes stattfindenden Oxydationsprozess zu schliessen berechtigt sein, wenn nicht *Heidenhain* durch seine Versuche den Verdacht erweckt hätte, dass die Ungleichheiten der Wärme, welche diesseits und jenseits der Lunge in den Kreislaufsorganen gefunden wurden, nicht sowohl von dem Blute als vielmehr von den Wandungen des Herzens bedingt seien. Solange also die Gründe, welche *Heidenhain* für seine Meinung vorgebracht hat, nicht widerlegt sind, müssen wir es dahingestellt sein lassen, ob die hier in Frage kommenden Temperaturunterschiede zum Beweise für einen chemischen Umsatz im Lungengewebe benutzt werden können.

Für einen chemischen Umsatz im Bereiche des Lungengewebes, welches die zur Athmung dienenden Blutgefässe umgiebt, sprechen dagegen auf das unzweideutigste die Versuche von *J. J. Müller*. Zu diesen wurden ausgeschnittene, noch mit

1) Ueber die Temperaturunterschiede des arteriellen und venösen Blutes 1853.

2) Leçons sur les propriétés etc. des liquides de l'organisme I. 41.

3) Pflüger's Archiv IV. Bd.

4) Beiträge zur Temperaturtopographie. Breslau 1871.

allen Lebenseigenschaften begabte Lungen verwendet, welche möglichst von der in ihrem Innern enthaltenen Luft befreit, und von einem Kautschukbeutel umschlossen in Wasser versenkt waren. In die Lungenarterie wurde arterielles Blut eingeleitet, das nach seinem Austritt aus der Vene über Quecksilber aufgefangen ward. Hierbei fand sich nun jedesmal, wie lange auch das Blut durchgeleitet wurde, dass dasselbe während des Verlaufes durch die Lunge seinen Gehalt an Sauerstoff verringert und denjenigen der Kohlensäure vermehrt hatte.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass im Bereiche des Lungengewebes organische Stoffe einer Zersetzung anheimgefallen sind. Um nun zu erfahren, welche von den wesentlichen Bestandtheilen des thierischen Körpers in die letzteren eingegangen seien, empfiehlt es sich, zunächst das Lungengewebe selbst zu untersuchen, in der Hoffnung, Producte zu finden, die einen Schluss auf den vorgegangenen Prozess ziehen lassen. Nach dieser Richtung hin haben nun *Verdeil*[1]), *Cloetta*[2]) und *Radziejewsky*[3]) Beobachtungen angestellt, und dabei in den von den gröberen Bronchialästen befreiten Lungen Harnsäure, Leucin, Taurin und Inosit gefunden. Aus der Anwesenheit der genannten Verbindungen geht hervor, dass mindestens eine Zersetzung von eiweissartigen Körpern stattgefunden hat.

Eine Wiederaufnahme dieser Untersuchungen schien mir nicht ohne alles Interesse zu sein, namentlich, wenn man die methodische Untersuchung, welche *Cloetta* der Lunge des Ochsen zugewendet hatte, auch auf die des Hundes ausdehnte. Auch schien es mir der Mühe werth, zu prüfen, ob man nicht durch die Arbeit selbst auf eine Verbesserung der Zerlegungsmethode geführt werde, so dass man mit Sicherheit aus kleinen Gewichtsmengen der Lunge auf die Anwesenheit aller oder einzelner der obengenannten Stoffe hätte schliessen können. Denn es leuchtet ein, dass die Resultate einen erhöhten Werth gewinnen würden, wenn man die Orte der Lunge genauer zu bestimmen vermöchte, in welchen die Zersetzungsproducte entstehen. Die Schwierigkeit der Untersuchung mag es entschuldigen, wenn ich nach der bezeichneten Richtung hin nur kleine Fortschritte gemacht habe;

---

1) Comptes rendus XXXIII. 604.
2) Chemisch-pharmazeutisches Centralblatt 1855.
3) Centralblatt der medizin. Wissenschaften 1866, 405.

immerhin erscheinen mir meine Ergebnisse der Mittheilung werth.

Das Verfahren, dessen sich *Cloetta* bei seiner Lungenuntersuchung bedient hatte, war kurz folgendes:

Er rührte zerkleinerte Ochsenlungen mit Wasser an, erhielt dann durch Auspressen den Saft und kochte denselben zur Entfernung von Albuminaten auf. Die von den coagulirten Albuminaten befreite Flüssigkeit dampfte er bis auf ein gewisses Volumen ein und erhielt aus ihr durch Fällen mit Bleizuckerlösung, darauf mit Bleiessig, je einen Niederschlag. In der nach den Bleifällungen noch übrig bleibenden Flüssigkeit entfernte er den Bleiüberschuss durch Schwefelwasserstoff, dampfte das Filtrat vom Schwefelblei bis zur Syrupsdicke ein und konnte endlich, durch angemessene Behandlung mit Weingeist, Taurin und Leucin darin nachweisen. — Den Bleiessigniederschlag zersetzte er durch Schwefelsäure und entfernte den Ueberschuss der letzteren durch Barytwasser. In der Lösung fand er Harnsäure und Inosit. — Der Bleizuckerniederschlag wurde nicht untersucht.

Indem ich dieses, von *Cloetta* angewendete Verfahren befolgte, gelang es mir gleichfalls, aus dem Safte dreier Ochsenlungen die genannten Stoffe zu erhalten. Zur Zersetzung des Bleiniederschlages zog ich vor, an Stelle der verdünnten Schwefelsäure mich des Schwefelwasserstoffs zu bedienen, da ich auf diese Weise eine vollständige Zersetzung der Bleisalze herbeiführen konnte, ohne später eine besondere Entfernung der Schwefelsäure nöthig zu haben, und weil ferner auch das gebildete Schwefelblei sich als ein höchst wirksames Mittel zur Entfärbung der Flüssigkeit erwies.

Ich fand im Bleiessigniederschlage Harnsäure und eine beträchtliche Menge Inosit; in der nach Ausfällung durch Bleisalze noch hinterbliebenen Flüssigkeit Leucin und Taurin. Von der Identität des letzteren Körpers mit Taurin überzeugte ich mich, ausser durch Vergleichung der physikalischen Eigenschaften, noch durch Prüfung auf einen Schwefelgehalt, indem ich einige Krystalle mit Soda und Salpeter zusammenschmolz. Die erhaltene Schmelze, in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst, gab mit Chlorbarium starke Reaction auf Schwefelsäure.

Eine Untersuchung des ersten, durch Bleizuckerlösung entstandenen Niederschlages hatte *Cloetta*, wie schon erwähnt, nicht ausgeführt, da derselbe an kochenden Alkohol Nichts abgab. Ich

zerlegte auch diesen Niederschlag durch Schwefelwasserstoff und fand in der Lösung, neben Massen amorpher, organischer Substanzen, meist anorganische Bestandtheile, wie phosphorsauren Kalk, Chlorammonium, phosphorsaures Ammon. Was das von mir gefundene Ammoniak anlangt, so ist es möglich, dass dasselbe aus der Luft des Arbeitsraumes stammt. Beim Eindampfen der sauren Lösung, welche ich nach Zerlegung des Bleizuckerniederschlages erhalten hatte, setzte sich bald am Boden der Schale eine körnig-krystallinische Masse ab, die sich bei der nachfolgend beschriebenen Untersuchung als phosphorsaurer Kalk erwies. Auf dem Platinblech erhitzt, hinterliess sie einen weissen Rückstand, zeigte also zunächst einen anorganischen Bestandtheil an. Da die Unlöslichkeit des Rückstandes in Wasser ein Kalksalz vermuthen liess, kochte ich die erhaltene Krystallmasse mit einer Lösung von Kupferchlorid und bewirkte so einen Umtausch der an die Basen gebundenen Säuren. Die hierbei entstandene Kupferverbindung schied sich als blaugrüner Niederschlag aus und wurde durch Filtration von der Lösung getrennt. In letzterer wurde der Kupferüberschuss durch Schwefelwasserstoff beseitigt und darauf die wasserhelle Lösung vermittelst oxalsauren Ammons auf Kalk geprüft; ein entstehender weisser, in Essigsäure unlöslicher Niederschlag bestätigte die Anwesenheit des Kalkes. Der Kupferniederschlag gab, durch Schwefelwasserstoff zersetzt, eine Lösung, in welcher ich durch molybdänsaures Ammon die Phosphorsäure nachweisen konnte.

Die von dem phosphorsauren Kalk getrennte Flüssigkeit schied bei weiterem Eindampfen schliesslich Krusten von Ammonsalzen ab. Dieselben verflüchtigten sich beim Erhitzen vollständig, entwickelten auf Zusatz von Natronlauge schon in der Kälte Ammoniak und gaben mit Platinchlorid den bekannten Niederschlag von Platinsalmiak. Auf Phosphorsäure und Salzsäure prüfte ich durch molybdänsaures Ammon und Silberlösung.

Während des ersten Eindampfens des aufgekochten Lungensaftes wurde auch ein Albuminat bemerkt, welches sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit als rothbraune zähe Haut ausschied und sich dann nicht wieder in Wasser löste. Die Asche dieses Albuminates fand ich reich an Natron, Eisenoxyd und Kieselsäure.

Cloetta's Untersuchungen beschränkten sich auf die Lungen von Ochsen; die von ihm erzielten Resultate liessen es jedoch



als sehr wünschenswerth erscheinen, auch die Lungen von fleischfressenden Thieren einer ähnlichen Behandlung zu unterwerfen.

Um Letzteres auszuführen, wählte ich Hundelungen, da dieselben verhältnissmässig leicht in genügender Menge zu beschaffen sind. Sie wurden stets von gesunden Hunden, kurze Zeit nach durch Verblutung erfolgtem Tode entnommen. Im Ganzen habe ich siebzehn Lungen, von durchschnittlich mittlerer Grösse, verarbeitet; allein selbst aus dieser Menge erhielt ich nur so kleine Quantitäten der späterhin aufzuführenden Substanzen, dass eine quantitative Bestimmung derselben nicht möglich war. Letzteres darf nicht befremden, da bekannt ist, dass die verschiedenen Organe einen sehr niedrigen Prozentsatz an krystallinischen Extractivstoffen enthalten; es liess daher auch die Gesammtmasse der mir zu Gebote stehenden Lungen im Voraus nur kleine Mengen der einzelnen, daraus abzuscheidenden Stoffe erwarten.

Bei der folgenden Untersuchung arbeitete ich, wie schon erwähnt, im Allgemeinen nach der Vorschrift von *Cloetta*, fand indessen einzelne Abänderungen, welche sich aus dem Weiteren ergeben werden, für zweckmässig.

Die Hundelungen wurden, nachdem sie selbst durch Abspülen mit destillirtem Wasser vom anhängenden Blute möglichst gereinigt waren, in einer Fleischschneidemaschine zerkleinert, mit destillirtem Wasser zu einem dünnen Breie angerührt und so 12 bis 18 Stunden lang im Eiskeller aufbewahrt. Nach genannter Zeit wurde die Flüssigkeit abgepresst, der Rückstand nochmals mit Wasser einige Stunden lang macerirt und dann wiederum ausgepresst. Die bei dem jedesmaligen Auspressen erhaltene Flüssigkeit versetzte ich mit einigen Tropfen Essigsäure und bewirkte durch Aufkochen eine Abscheidung der coagulirbaren Albuminate. Die hellgelbe, klare Flüssigkeit trennte ich durch Coliren und Filtriren vom Coagulum, um sie dann weiter auf dem Wasserbade einzudampfen. Das bis auf ungefähr den achten Theil seines früheren Volumens eingedampfte Filtrat gab, mit Bleizuckerlösung versetzt, einen reichlichen Niederschlag (*A*), der auf einem Filter gesammelt und mit Wasser ausgewaschen wurde. Das Filtrat vereinigte ich mit dem Waschwasser und konnte dann in dieser Flüssigkeit durch Zusatz von Bleiessig eine zweite Fällung (*B*) hervorrufen. Als sich der

sehr voluminöse Niederschlag hinreichend zu Boden gesetzt hatte, brachte ich ihn ebenfalls auf ein Filter, wusch ihn aus und entfernte den Bleiüberschuss des Filtrates durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas. Das sich bildende Schwefelblei entfärbte hierbei die Flüssigkeit (*C*) derartig, dass sie meist ganz farblos erschien.

Auf die eben beschriebene Weise wurde die ganze Arbeit in drei Theile zerlegt und somit eine leichtere Uebersicht der während des Ganges der Untersuchung erzielten Resultate möglich gemacht. Diese drei Theile bestehen demnach in der Untersuchung:

des Bleizuckerniederschlages *A*
des Bleiessigniederschlages *B*
der übrig bleibenden Flüssigkeit *C*.

Analyse des Bleizuckerniederschlages (*A*).

Zur Ausführung dieser Analyse vertheilte ich zunächst den Niederschlag, durch Anreiben in einem Mörser, möglichst fein in ungefähr einem Liter Wasser. Nach längerem Einleiten von Schwefelwasserstoffgas zeigte das Schwarzwerden der Flüssigkeit eine völlige Zersetzung des Bleiniederschlages an, doch blieb das entstandene Schwefelblei, auch nach längerem Stehen in einer fest verschlossenen Flasche, in der Flüssigkeit suspendirt. Eine Behandlung in der Centrifuge bewirkte ebenfalls keine Abscheidung des Schwefelbleies. Ich brachte desshalb versuchsweise eine geringe Quantität kohlensaures Natron in die Flüssigkeit. Das Schwefelblei setzte sich hierauf schnell zu Boden und war nun ein Abfiltriren der überstehenden braunen Flüssigkeit leicht auszuführen. Während des Eindampfens schied diese Lösung eine körnig-krystallinische Masse ab, die auf einem Filter gesammelt und getrocknet wurde. Sie hinterliess, auf dem Platinblech geglüht, einen alkalinischen Rückstand von grauweisser Farbe, der in Wasser unlöslich war. Nach meiner, schon bei Untersuchung des Ochsenlungensaftes gemachten Erfahrung vermuthete ich in dieser Krystallmasse phosphorsauren Kalk und zerlegte sie desshalb auf die schon früher beschriebene Weise durch Kochen mit Kupferchloridlösung. Es gelang mir infolgedessen auch hier, in der betreffenden Lösung durch Zu-

satz von oxalsaurem Ammon den in Essigsäure unlöslichen Niederschlag von oxalsaurem Kalk zu erhalten und ebenso die Phosphorsäure durch molybdänsaures Ammon nachzuweisen. Nach weiterer Concentration der Flüssigkeit durch fortgesetztes Eindampfen setzten sich am Rande des Schälchens Krystallkrusten fest, die, wie es ebenfalls schon beim Nachweis des Chlorammoniums und phosphorsauren Ammons in Ochsenlungen geschehen, auf ihre Bestandtheile geprüft wurden. Infolgedessen konnte auch hier Chlorammonium und phosphorsaures Ammon nachgewiesen werden. In dem Reste der Flüssigkeit befand sich noch eine Masse amorpher Substanzen, von denen ich eine Probe auf dem Platinbleche erhitzte. Während des Erhitzens entstand ein Geruch nach verbranntem Horn; der Rückstand bestand aus einer porösen Kohle. Es waren demnach eiweissähnliche Substanzen als Hauptbestandtheil dieser amorphen Masse anzunehmen.

Demnach waren die im Bleizuckerniederschlage gefundenen Bestandtheile:

Phosphorsäure
Chlorwasserstoffsäure
Kalk
Ammoniak
Unbestimmte eiweissähnliche Stoffe.

Analyse des Bleiessigniederschlages (B).

Ich vertheilte denselben ebenfalls in viel destillirtem Wasser und bewirkte durch Einleiten von Schwefelwasserstoff bis zur völligen Sättigung seine Zersetzung. Das sich diesmal schnell absetzende Schwefelblei gestattete sofortige Filtration der Flüssigkeit, die dann mit dem Waschwasser des Schwefelbleies vereinigt wurde. Um aus dem Filtrate den überschüssigen Schwefelwasserstoff zu verjagen, ohne eine Oxydation desselben befürchten zu müssen, brachte ich es in einer tubulirten Retorte auf das Wasserbad und dampfte im Kohlensäurestrome ein. Als nach längerem Erwärmen kein Schwefelwasserstoff, durch in die Dämpfe gehaltenes Bleizuckerpapier, mehr wahrzunehmen war, verdampfte ich die Lösung in einer Schale bis auf ungefähr ein Fünfzehntel ihres Volumens und liess sie dann in einem Becher-

glase erkalten. Nach Verlauf eines Tages hatte sich am Boden und an den Rändern des Gefässes eine bräunliche Krystallmasse angesetzt. Die von den Krystallen vorsichtig abgegossene Flüssigkeit wurde nochmals, und zwar bis auf die Hälfte ihres vorherigen Volumens, eingedampft und zur abermaligen Krystallisation in die Kälte gestellt. Die zweite, auf diese Weise erhaltene Krystallmasse wurde, nachdem auch hier die Flüssigkeit durch Decantation entfernt worden war, mit den zuerst gewonnenen Krystallen vereinigt. Eine Probe zeigte unter dem Mikroskop ein Gemisch verschiedener Krystallformen, unter welchen nur die, der Harnsäure eigenthümlichen, halb cylinder- oder spindelähnlichen Krystalle, meist rothbraun gefärbt, deutlich hervortraten. Um die hier vorliegenden, verschiedenen Körper zu trennen, zeigte die Unlöslichkeit der Harnsäure in Chlorwasserstoff den Weg. Ich versetzte das ganze Quantum der erhaltenen Krystalle mit verdünnter Salzsäure unter gelindem Erwärmen. Ein Theil löste sich hierbei allmälig auf, während ein rothbraun gefärbter Rückstand hinterblieb. Letzterer wurde, nach mehrmaligem Auswaschen mit kaltem Wasser, von einigen Tropfen Natronlauge leicht gelöst. Aus dieser Lösung schied sich auf Zusatz von verdünnter Salzsäure ein amorpher, weisser Niederschlag aus, der nach längerem Stehen wieder krystallinisch wurde. Liess nun schon, ausser seiner Schwerlöslichkeit in Wasser, das Verhalten gegen Salzsäure und kaustisches Alkali die Harnsäure vermuthen, so bestätigten diese Vermuthung auch die aus dem amorphen Niederschlage entstandenen Krystalle; sie besassen, mikroskopisch betrachtet, ganz die für Harnsäure charakteristischen Formen, wie sie bei Zusatz von Salzsäure entstehen. Zur definitiven Bestätigung der Harnsäure endlich löste ich einen Theil der Krystalle, behufs Ausführung der Murexidprobe, in verdünnter Salpetersäure. Nach vorsichtigem Verdampfen bis zur Trockne zeigte der Rückstand bei Zusatz von wenig Ammoniak das entstandene Murexid durch eine purpurrothe Färbung an; durch einige Tropfen verdünnter Natronlauge wurde eine Blaufärbung des Rückstandes hervorgerufen.

War nun die Harnsäure als solche nachgewiesen, so lag es nahe, bei weiterer Untersuchung auf die, häufig als Begleiter der Harnsäure auftretenden, Stoffe Xanthin, Sarkin und Guanin Rücksicht zu nehmen. Ich versetzte desshalb die salzsaure Lösung, welche ich beim Ausziehen der ursprünglich mit Harnsäure



vermischten Krystallmenge erhalten hatte, mit überschüssigem Ammoniak und bewirkte hierdurch die Ausscheidung eines flockigen, braunen Niederschlages. Denselben sammelte ich auf einem vorher mit Salzsäure ausgezogenen Filter und brachte ihn, da er sehr gering war, sammt dem Filter in warme, verdünnte Salzsäure. Als der Niederschlag völlig in letzterer gelöst war, entfernte ich das Filter, dampfte die filtrirte Lösung auf einem Uhrglase bis zur beginnenden Krystallisation ein und liess im Exsiccator erkalten. Die so dargestellte salzsaure Verbindung bildete mikroskopische, monoklinische Krystalle. Die noch überschüssige Salzsäure liess ich bei gelinder Wärme verdunsten, löste dann die Krystalle wieder in wenig heissem Wasser und liess erkalten. Durch letztere Umkrystallisation aus heissem Wasser wurden die monoklinischen Krystalle in lange übereinander liegende Nadeln verwandelt, welche ganz das Aussehen von salzsaurem Guanin besassen. Je nach verschiedenem Säuregehalt der Lösung schien demnach der Körper in zwei verschiedenen Krystallformen auftreten zu können. Eine kleine Quantität des Salzes, zur Ausführung der *Scherer*'schen Probe mit verdünnter Salpetersäure eingedampft, hinterliess einen hellgelben Rückstand, der durch Ammoniak und Kali mit intensiv rothgelber Farbe gelöst wurde. Die durch Behandeln des Salzes mit salpetersaurem Silber dargestellte Silberoxydverbindung bestand aus feinen, zu Sternchen vereinigten Nadeln. Es blieb daher bei Beobachtung des Verhaltens der Verbindung gegen Chlorwasserstoffsäure, ihrer Unlöslichkeit in Wasser und Ammoniak, ferner der Krystallform des salzsauren Salzes und des salpetersauren Silberdoppelsalzes, endlich nach Anstellung der *Scherer*'schen Probe kein Zweifel, dass der untersuchte Körper Guanin sei. Zu einer Silberbestimmung reichte die gewonnene Menge nicht aus.

Die vom ersten Guaninniederschlage abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit erzeugte auf Zusatz einer ammoniakalischen Silberlösung einen weissgrauen Niederschlag, welcher, gut ausgewaschen, noch feucht vom Filter auf ein Uhrglas gespült wurde. Nach Entfernung des Spülwassers durch Verdampfen löste ich den Niederschlag in heisser, concentrirter Salpetersäure und stellte die Lösung zum Krystallisiren bei Seite. Nach mehrstündigem Stehen waren mikroskopisch kleine Schuppen und Blättchen von gelber bis grünlicher Farbe auskrystallisirt, die

auch nach mehrmaligem Umkrystallisiren dieselbe Krystallform behielten. Das Quantum dieses Silbersalzes (Xanthin oder Sarkin?) war jedoch so gering, dass eine Zerlegung desselben nicht gut thunlich erschien, ich also von weiterer Untersuchung dieses Körpers behufs genauer Feststellung seiner Eigenschaften Abstand nehmen musste.

Es blieb mir nun noch übrig, in dem Reste der Flüssigkeit, aus welchem Harnsäure und Guanin ursprünglich auskrystallisirt waren, Inosit nachzuweisen. Behufs dessen dampfte ich die noch überbliebene Flüssigkeit so weit ein, bis eine herausgenommene, abgekühlte Probe mit dem gleichen Volumen starken Weingeistes eine bleibende Trübung gab, worauf ich die gesammte Flüssigkeit mit ihrem gleichen Volumen Alkohol versetzte. Als die dadurch entstandene trübe Lösung nach längerem Erwärmen wieder völlig klar geworden war, goss ich sie in einen Glascylinder und überliess sie der Krystallisation. Nach Verlauf eines Tages war der Boden des Gefässes mit einer weissen Krystallmasse bedeckt. Die überstehende, braune Flüssigkeit wurde abgegossen, die Krystalle auf ein Filter gebracht und zur Entfernung der Flüssigkeitsreste mit Alkohol abgespült. Mit Wasser übergossen, löste sich der krystallinische Körper leicht; das Filtrat dieser wässrigen Lösung zeigte nach dem Eindampfen und Stehen im Exsiccator dem blossen Auge erkennbare blumenkohlartig gruppirte Krystalle.

Unter dem Mikroskop waren sie als wasserhelle, oft bündelweise übereinander liegende Säulchen erkennbar. Die Eigenschaften der Krystalle waren folgende:

Sie verwitterten leicht beim Stehen an der Luft und besassen einen deutlich süssen Geschmack. Auf dem Platinblech vorsichtig erhitzt, schmolzen sie unter Wasserabgabe und erstarrten beim Erkalten wieder krystallinisch. Beim Glühen wurden sie schwarz und verbrannten endlich vollständig. Die wässrige Lösung der Substanz gab mit Bleiessig einen gallertartigen Niederschlag, der nach Erwärmen der Flüssigkeit bis zum Sieden sich zu Boden setzte. Ein wenig der Substanz mit einer Lösung von weinsaurem Kupferoxydkali erwärmt, bewirkte in letzterer eine lebhaft grüne Färbung, die allmälig, unter Abscheidung eines flockigen Niederschlages, wieder in Blau überging. Es bedurfte nach den angestellten Prüfungen nur noch der *Scherer*'schen Probe, um den Körper zweifellos als

Inosit zu charakterisiren. Ich benutzte hierzu einige ganz reine Krystalle und erhitzte sie auf dem Platinbleche vorsichtig mit einigen Tropfen Salpetersäure. Der trockne Rückstand nahm, mit wenig Ammoniak und Chlorcalciumlösung versetzt, nach Verdunsten bis zur Trockne, eine rosenrothe Farbe an. Hiernach konnte kein Zweifel mehr obwalten über die Identität dieser Substanz mit Inosit.

Aus der dunkelbraunen Flüssigkeit, welche mir nach dem Auskrystallisiren des Inosits noch übrig blieb, konnte ich krystallinische Körper nicht mehr erhalten.

Die im Bleiessigniederschlage gefundenen Stoffe bestanden somit in:

Harnsäure
Guanin
Xanthin? Sarkin?
Inosit
Unbestimmbare andere Substanzen.

Analyse der restirenden Flüssigkeit (C).

Ich dampfte sie bis zur Consistenz eines dünnen Syrups ein, in welchem sich nach Verlauf einiger Stunden neben Würfeln von Chloralkalien, Gruppen von grossen, stark lichtbrechenden prismatischen Krystallen ausschieden. Letztere schmolzen, auf dem Platinblech erhitzt, zunächst in ihrem Krystallwasser, erstarrten dann wieder, schmolzen bei noch stärkerem Erhitzen und hinterliessen endlich in der Glühhitze einen weissen, alkalischen Rückstand. Ich prüfte die Krystalle, da schon *Cloetta* in dem gleichen Extract der Ochsenlungen viel essigsaure Alkalien fand, direct auf essigsaures Natron. Zu dem Zwecke wurde zunächst die Essigsäure nachgewiesen, durch Erhitzen des Salzes mit Schwefelsäure und Alkohol, wobei ein deutlicher Geruch nach Essigäther auftrat, und ferner durch die bei Destillation einer Lösung des Salzes mit verdünnter Schwefelsäure erhaltene freie Essigsäure, welche im Destillat durch Silberlösung nachgewiesen wurde. Das an die Essigsäure gebundene Alkali erwies sich durch die Flammenfärbung als Natron; die Gegenwart von Kali konnte durch Platinchlorid nicht constatirt werden. Behufs Entfernung des essigsauren Natrons behandelte ich das

Extract in der Wärme mit verdünnter Schwefelsäure und vermischte dann die Flüssigkeit, nach Verjagung der Essigsäure durch Eindampfen auf dem Wasserbade, mit verdünntem Weingeist. Der entstandene Niederschlag von schwefelsaurem Natron wurde abfiltrirt und die dem Extracte überschüssig zugesetzte Schwefelsäure durch Barytwasser beseitigt. Das Filtrat vom schwefelsauren Baryt dampfte ich so weit ein, dass in einer herausgenommenen Probe ein gleiches Volumen Alkohol eine beim Umrühren bleibende Trübung hervorbrachte. Auf gleiche Weise wurde dann die ganze Extractmenge behandelt, und, nachdem die Trübung beim Erwärmen wieder verschwunden, in einem Cylindergläschen zum Auskrystallisiren in die Kälte gestellt. Da jedoch nach längerem Stehen, auch bei Zusatz grösserer Quantitäten absoluten Alkohols, im Extracte Krystalle organischer Natur nicht zu finden waren, sondern sich neben Chloralkalien beträchtliche Mengen Leim absetzten, suchte ich vor Allem den letzteren zu entfernen. Ich verjagte zu dem Zwecke den Alkohol durch gelindes Erwärmen und löste den Rückstand in destillirtem Wasser, ungefähr dem fünfzehnfachen Volumen. Die so erhaltene braune Lösung gab auf Zusatz von Gerbsäure einen starken, flockigen Niederschlag von gerbsaurem Leim. Eine geringe Menge zu viel zugesetzter Gerbsäure fällte ich im Filtrate durch Bleizuckerlösung und entfernte endlich den Bleiüberschuss durch Einleiten von Schwefelwasserstoff. Das vom Schwefelblei erhaltene, nur noch schwach gelblich gefärbte Filtrat dampfte ich auf dem Wasserbade ein. Bei wieder erlangter Syrupsconsistenz hatte diesmal das Extract zwar eine weit hellere Farbe, immer aber noch die zähe Beschaffenheit des Leimes und einen süsslichen Geschmack. Die Prüfung auf Traubenzucker, vermittelst einer alkalischen Lösung von weinsaurem Kupferoxyd, ergab ein negatives Resultat. Es scheint demnach der Leim durch Gerbsäure nicht völlig ausscheidbar zu sein oder es muss im vorliegenden Falle die Existenz einer leimähnlichen, durch Gerbsäure nicht fällbaren Substanz angenommen werden.

Das Extract, von Neuem mit absolutem Alkohol behandelt, schied auch jetzt nach längerem Stehen keine Krystalle aus, doch setzte sich auf Zufügung von Aether an verschiedenen Theilen des Gefässes eine gelblich weisse, fein krystallinische Masse an. Eine Probe der letzteren löste ich in wenig Wasser und liess

dann auf einem Uhrglase langsam verdunsten. Bei mikroskopischer Untersuchung des Rückstandes zeigten sich deutlich die schwach lichtbrechenden Scheibchen und kuglich vereinigten Nadeln, die für Leucin charakteristisch sind. Den Rest der vorsichtig zwischen Fliesspapier getrockneten Krystallmasse erhitzte ich in einem Proberöhrchen; es entstand ein weisses, lockeres Sublimat, bei Steigerung der Hitze ein gelber, ölartiger Tropfen, während sich die Bildung von Amylamin durch den eigenthümlichen Geruch kund gab.

Da es mir, trotz verschiedener Versuche, nicht gelingen wollte, noch mehr dieser Substanz frei von Leim zu erhalten, musste ich auf Anstellung weiterer Reactionen Verzicht leisten. Aus der Krystallform jedoch und aus dem Verhalten beim Erhitzen lässt sich schon mit ziemlicher Sicherheit der Körper als Leucin erkennen.

Krystalle von der Form des Taurin oder Tyrosin waren, auch nach längerer Aufbewahrung der alkoholischen Flüssigkeit, unter dem Mikroskop nicht zu entdecken.

Demnach enthielt diese Flüssigkeit (*C*)
noch Leucin und
Natronsalze
neben einem grösseren Quantum Leim und leimähnlichen Substanzen.

Eine Zusammenstellung der Resultate, welche ich in der vorstehend geschilderten Untersuchung erhalten, ergiebt also einen Gehalt des Lungengewebes an folgenden Körpern:

I. Aus dem Bleizuckerniederschlage (*A*):
Phosphorsäure
Salzsäure
Kalk
Ammoniak (?)

II. Aus dem Bleiessigniederschlage (*B*):
Harnsäure
Guanin (Xanthin? Sarkin?)
Inosit

III. Aus der restirenden Flüssigkeit (*C*):
Leucin
Alkalisalze,

sowie bei den Ochsenlungen ein kieselsäure-, eisen- und natronhaltiges Albuminat (Casein?). Ein Gehalt an verschiedenen Albuminaten und leimähnlichen, amorphen Substanzen fand sich in jeder der 3 Portionen *A*, *B* und *C*.

Als ein Nachtheil dieses Untersuchungsverfahrens der Fleischsäfte hat sich herausgestellt, dass es Zweifel darüber aufkommen lassen muss, ob die gefundenen Stoffe als Educte des Organes, oder als Producte der Bearbeitung zu betrachten seien. Beweise für ein solches Auftreten gefundener Stoffe als Producte liefern bekanntlich Leucin und Tyrosin, welche Körper man schon künstlich aus in Zersetzung befindlichen Albuminaten hat darstellen können. Um daher auch bei dem im Lungengewebe gefundenen Leucin, hinsichtlich seines Vorkommens als wirklicher Bestandtheil des Lungengewebes, Gewissheit zu erhalten, wurde folgender Versuch ausgeführt, bei welchem hauptsächlich auf Leucin und Tyrosin Rücksicht genommen wurde.

Drei grossen, durch Verblutung getödteten Hunden wurde durch die schon früher blossgelegte Luftröhre starker Weingeist in die Lungen gegossen. Die sofort den Körpern entnommenen Lungen wurden unter Alkohol gebracht, etwa in den Lungenbläschen noch enthaltene Luft durch Pressen in der Hand ausgetrieben und endlich die Lungen unter Alkohol zerkleinert. Nach mehrstündigem Stehen presste ich den gelben, alkoholischen Auszug ab, filtrirte und unterwarf das Filtrat der Destillation. Der hierbei gebliebene hellbraune, klare Rückstand schied beim Erkalten beträchtliche Mengen einer weissen, fett- oder talgähnlichen Masse aus, die bei mikroskopischer Betrachtung Fetttröpfchen und myelinähnliche Gebilde wahrnehmen liess; letztere traten besonders schön hervor, als die mittelst Filtrirpapier möglichst von Flüssigkeit befreite Masse mit Wasser zusammengebracht wurde. In absolutem Alkohol war die Masse in der Wärme leicht löslich, wurde aber beim Erkalten wieder krystallähnlich ausgeschieden. Beim Verkohlen auf dem Platinbleche entwickelte sie Gase, die sich während des Glühens leicht entzündeten und dann mit heller Flamme brannten. Der schwach salpetersaure Auszug der zurückgebliebenen Kohle zeigte, mit molybdänsaurem Ammon geprüft, durch einen gelben Niederschlag das Vorhandensein von Phosphorsäure an. Zufolge der,

bei mikroskopischer Untersuchung bemerkten, myelinähnlichen Gebilde, sowie des nachgewiesenen Phosphorsäuregehaltes, musste Lecithin als Hauptbestandtheil der fettartigen Masse angesehen werden. Das Quantum des erhaltenen, phosphorsäurehaltigen Fettes war, im Verhältniss zur Gesammtmenge der verarbeiteten Organe, ein sehr grosses. Es würde hiermit die von *Gorup-Besanez* ausgesprochene Vermuthung, dass der häufig sehr hohe Prozentsatz der in Lungenaschen gefundenen Phosphorsäure von phosphorhaltigen Fetten herrühre, bestätigt.

Die vom Lecithin abfiltrirte Flüssigkeit lieferte nach weiterem Eindampfen eine geringe Menge Extract, in welchem unter dem Mikroskop nur eine kleine Anzahl scheibchen- oder kugelförmiger Krystalle von Leucin bemerkbar war. Ein Auszug des Extractes mit heissem Alkohol ergab eine Gewichtsmenge von annähernd 2 Centigr. Leucin.

Die im Extracte befindlichen Chloralkalien deuteten, da sie eine ausgeprägte octaëdrische Form besassen, auf Gegenwart von Harnstoff. Ich prüfte daher den oben erwähnten alkoholischen Auszug des Extractes auf Harnstoff, indem ich, als der Alkohol durch Erwärmen verjagt, den Rückstand mit einigen Tropfen verdünnter Salpetersäure versetzte. Die beim Salpetersäurezusatz sich zeigenden Fetttröpfchen entfernte ich durch Schütteln mit Aether und liess dann den salpetersäurehaltigen Rückstand im Exsiccator verdunsten. Die bald sich ausscheidenden Kryställchen hatten jedoch, mikroskopisch untersucht, wenig Aehnlichkeit mit den charakteristischen Formen des salpetersauren Harnstoffs.

Aus den durch Alkohol extrahirten Lungen bereitete ich mir noch einen wässrigen Auszug, in welchem ich durch Bleizucker und Bleiessig Niederschläge erhielt. Die geringe Menge der letzteren jedoch liess eine vortheilhafte Analyse nicht erwarten. Die von den Bleiniederschlägen restirende Flüssigkeit gab, nachdem sie durch Schwefelwasserstoff entbleit, nach dem Verdampfen ein Extract, welches reich an Chloralkalien war und eine grosse Menge mikroskopischer Krystalle von Leucin enthielt. Eine Reindarstellung des letzteren wollte mir, wegen zu schwieriger Beseitigung des im Extracte enthaltenen Leimes nicht gelingen.

Garbenförmige Krystalle von Tyrosin waren, ebensowenig als Taurin, durch das Mikroskop zu entdecken.

Die Ergebnisse des letzteren Versuches lassen folgern, dass das Leucin als solches im lebenden Lungengewebe enthalten ist, jedoch in geringeren Mengen, als in einem solchen, das erst einige Stunden nach dem Tode der Untersuchung unterworfen wird.

An der hier befolgten Methode der Untersuchung, welche von *Liebig* zum ersten Male bei der Zerlegung des Fleischsaftes angewendet wurde, lassen sich leicht die Vorzüge, aber auch die Mängel erkennen. Zu den letzteren zählt die Möglichkeit, dass sich in den wässrigen Auszügen Stoffe wie z. B. Leucin bilden, die ursprünglich nicht vorhanden waren. — Ein grösserer Uebelstand liegt in der Anwesenheit einiger Stoffe, deren Beseitigung ebenso schwierig als nothwendig ist. Unter sie gehören Leim-, Eiweiss- und Farbstoffe, welche, solange sie anwesend, der Erkennung und Reindarstellung krystallinischer Körper sehr hinderlich entgegentreten. Die bis jetzt bekannten Mittel zur Entfernung dieser amorphen Extractstoffe haben sich meist als unzureichend erwiesen.

Von den Bemerkungen, welche sich an die chemische Untersuchung des Lungensaftes knüpfen lassen, möchte ich folgende betonen:

Der Unterschied, welcher sich zwischen den Säften der Hunde- und Ochsenlunge dadurch zu erkennen giebt, dass in der ersteren das Taurin nicht nachzuweisen war, ist vielleicht nur ein scheinbarer, jedenfalls aber von untergeordneter Bedeutung. Das erste möglicherweise darum, weil es bei dem geringen Gehalte der Lunge an Taurin in den kleinen Gewichten von Hundelunge, die zur Verarbeitung kamen, nicht gefunden werden konnte. Die Verwendung grösserer Mengen von Hundelungen müsste darum bei einer Wiederholung des Versuches angerathen werden. — Sollte aber das Taurin in der That den Hundelungen fehlen, so würde dieses wahrscheinlicherweise nur darum der Fall sein, weil das bei der Zersetzung des Eiweisses entstandene Taurin weiter zerfallen oder rasch entfernt worden wäre. Denn da die übrigen Bestandtheile des Auszuges beider Lungen miteinander übereinstimmen, so wird man auch auf einen wesentlich übereinstimmenden chemischen Vorgang schliessen müssen.

Wenn man aus den entstandenen Producten einen Schluss auf ihre Entstehungsart zu machen berechtigt ist, so wird man

den in dem Lungengewebe stattfindenden Vorgang für keinen diesem letztern eigenthümlichen zu halten haben. Denn nach den vorliegenden Beobachtungen enthalten die wässerigen Auszüge des Gehirns, der Muskeln, der Leber, des Pankreas, der Nebenniere, der Thyreoidea, der Lymphdrüsen Stoffe, welche mit den aus den Lungen gewonnenen entweder identisch, oder so nahe verwandt sind, dass ihre Entstehung aus einander höchst wahrscheinlich ist. Denn in allen den genannten Orten wurde Harnsäure (oder Guanin, Sarkin und Xanthin) und Inosit (oder Glykogen, Traubenzucker und Milchsäure), dazu noch in einigen Taurin (im Muskel der Pferde, in der Leber und Nebenniere) und in einigen auch Leucin (Leber, Milz, Pankreas) gefunden. Der chemische Prozess, welcher in dem Lungengewebe auftritt, muss sich also an gewisse Eigenschaften knüpfen, die nahezu allen Organen des Säugethieres zukommen.

Die Anwesenheit des Guanins und der Harnsäure in der Lunge des Hundes wirft ein Licht auf die Bildungsweise des Harnstoffs. Da dem Harn des Hundes die Harnsäure fehlt, und da das genannte Thier nahezu die gesammte Menge des mit der Nahrung aufgenommenen Stickstoffs mit dem Harnstoff ausscheidet, so muss auch die in den Lungen gebildete Harnsäure bez. das Guanin u. a. schliesslich in Harnstoff umgewandelt sein.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir vergönnt, Herrn Dr. *Drechsel* für das stete Interesse, welches er meiner Arbeit gezollt, sowie für die Ertheilung freundlicher Rathschläge, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Ueber den Druck in den Blutcapillaren der menschlichen Haut.

Von

Dr. N. v. Kries.

Mit 4 Holzschnitten.

Die bisherigen Untersuchungen über den Druck des Blutes innerhalb der Gefässe bezogen sich nur auf die grösseren Arterien und Venen, während der Blutdruck in den kleineren Gefässen und in den Capillaren unbeachtet blieb. Nun ist aber für eine genauere Vorstellung von den Vorgängen des Stoffwechsels gerade die Kenntniss des Blutdrucks in den Capillaren von solcher Wichtigkeit, dass selbst eine Methode, welche nur zur Bestimmung von Grenzwerthen desselben führt, willkommen genannt werden muss. Mit einer so beschaffenen wurde ich durch die Mittheilungen des Herrn Professor *C. Ludwig* bekannt; auf seine Aufforderung unternahm ich mit meinem Bruder gemeinschaftlich die Messungen, über welche ich zu berichten im Begriff bin. Die Methode, mit welcher wir arbeiteten, ging im Wesentlichen darauf aus, den niedrigsten Druck zu finden, durch welchen die Capillaren an einer bestimmten Stelle der Haut eben entleert werden konnten. Dies geschah in folgender Weise: Auf ein kleines Glasplättchen von bekannten Dimensionen wurde ein bestimmter Druck ausgeübt, der nach Belieben vermehrt und vermindert werden konnte; der niedrigste Druck, bei welchem die unter dem Glasplättchen befindliche Hautstelle weiss erschien, wurde notirt.

Die Applikation des Druckes auf das Glasplättchen geschah in verschiedener Weise. An den Fingern, an welchen wir den grössten Theil unserer Versuche gemacht haben, benutzten wir folgende Vorrichtung (siehe Figur 1): Ein Glasleistchen von etwa 2 centm. Länge, 3 bis 4 mm Breite und 1 mm Dicke trägt in der Mitte seiner untern Fläche, mittels Damarlack befestigt, das zur

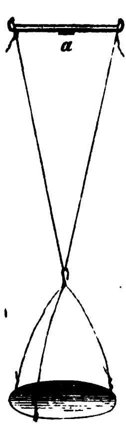
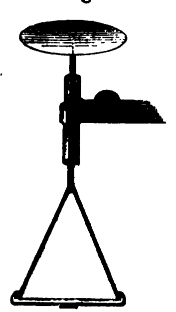


Fig. 1.

Untersuchung bestimmte Glasplättchen a; an den nach der anderen Seite umgebogenen Enden des Leistchens ist eine Fadenschlinge befestigt, an welcher mittelst eines Häkchens aus Platindraht eine kleine Pappschale hängt; auf diese können Bleischeiben von bekanntem Gewichte aufgelegt werden. Die Hand und der Unterarm desjenigen, an welchem die Bestimmung gemacht wird, ruht auf einem viereckigen Brette, das mittels vier Füssen von etwa zehn centim. Höhe auf dem Tische steht. In dem einen Rande dieses Brettes ist ein Einschnitt von 10 cent. Länge und $2^1/_2$ cent. Breite angebracht. Ueber diesem Einschnitte befindet sich die Stelle des Fingers, welche untersucht werden soll; die Spitze des Fingers ruht auf der anderen Seite des Einschnittes auf, so dass die ganze Hand leicht vollständig unbewegt gehalten werden kann. Der beschriebene kleine Apparat war, wie man sieht, nur an den Fingern anwendbar. Um an anderen Stellen der Haut die entsprechenden Bestimmungen machen zu können, hatten wir noch zwei andere Vorrichtungen; die eine derselben wollen wir den Hebel, die andere das Stativ nennen.

Der Hebel, welcher aus einem Glasstäbchen von 6 bis 8 cent. Länge bestand, trug an dem einen Ende das Glasplättchen, mit dem andern lag er auf einer Schneide frei beweglich auf. Die Mitte des Hebels war durch ein Tröpfchen Siegellack markirt, in welches ein Einschnitt gemacht war; an dieser Stelle wurde mittels einer Fadenschlinge das obenerwähnte Pappschälchen aufgehängt. — Die Einrichtung des Stativs zeigt die nebenstehende Zeichnung (Fig. 2); dasselbe ist aus feinen Tannenholzstäbchen zusammengesetzt; unten ist daran das Glasplättchen befestigt, oben eine Pappscheibe, welche die Gewichte trägt. Das Ganze wird gehalten mit Hülfe eines Glasröhrchens, in welchem es sich frei auf und ab bewegt.


Fig. 2.

Es fragt sich nun zunächst, ob der Druck, welcher auf eine Hautstelle bei gewöhnlicher Injektion ausgeübt werden muss, um dieselbe zu entfärben, dem Drucke des Blutes in den Capillaren gleich ist. Vergegenwärtigen wir uns

zunächst, um diese Frage zu entscheiden, die Vertheilung der Blutgefässe in der Haut. Die Arterien und Venen verlaufen in der Cutis in ziemlich regelmässigen Abständen senkrecht zur Oberfläche, um sich in ein Capillarnetz aufzulösen, welches sich in dem Niveau der Basen der Papillen befindet. Aus diesem Netze steigen die Gefässschlingen für die Papillen empor. Das Bindegewebe der Cutis selbst erhält keine Capillaren.

Es zeigte sich nun bei unseren Versuchen sehr bald, dass die Entfärbung der untersuchten Hautstelle bei allmählicher Steigerung des Druckes nicht plötzlich, sondern allmählich eintrat; die betreffende Stelle wurde heller und heller, schliesslich ganz weiss. Es ist das auch bei der beschriebenen Anordnung der Capillaren sehr natürlich; der von der Oberfläche her ausgeübte Druck muss die Gefässschlingen der Papillen stärker treffen, während von dem auf das horizontale Capillarnetz wirkenden Drucke ein Theil durch die Elasticität der Cutis aufgehoben wurde, und zwar werden die Gefässe dieses Netzes, da sie sich nicht ganz in einer Ebene befinden, ebenfalls nicht gleich stark gedrückt; die tiefer liegenden etwas schwächer. Ausserdem wäre es auch möglich, dass zunächst, bei zu schwachem Drucke, das Lumen der Capillaren verengert würde und dies bereits eine Farbenänderung bewirkte, und dass dann erst, bei stärkerem Drucke, ein vollständiger Verschluss der Gefässe einträte, welchem die weisse Farbe entspräche. Offenbar handelte es sich darum, denjenigen Druck zu finden, bei welchem die oberflächlichsten Capillaren, also die der Papillen, eben vollständig comprimirt wurden; denn auf die tiefer liegenden wirkte, wie wir sahen, nur noch ein abgeschwächter Druck ein. Den Einfluss der Epidermis werden wir später noch in Betracht ziehen. Wir glaubten nun die richtige Stärke des Druckes dann anzuwenden, wenn durch denselben ein eben merklicher Unterschied gegen die Farbe der Umgebung und gegen diejenige derselben Stelle ohne Belastung hervorgebracht wurde. Diese Annahme ist zwar nicht frei von Willkür; indessen darf man wohl vermuthen, dass sich kein deutlicher Farbenunterschied zeigen würde, bevor die oberflächlichsten Capillaren vollständig comprimirt wären. Ausserdem hatten wir nur die Wahl, entweder stets den Druck zu notiren, bei welchem die Haut vollständig weiss wurde, oder den, bei welchem der erste deutliche Farbenunterschied auftrat. Denn selbstverständlich liess sich keine dazwischen liegende Färbung mit irgend

welcher Sicherheit wiedererkennen. Nun ist es offenbar, dass der Druck, bei welchem die Haut unter dem Glasplättchen völlig weiss wird, bedeutend grösser sein muss, als der Blutdruck in den Capillaren. Es sind dann unzweifelhaft nicht nur die Gefässe der Papillen, sondern auch die des horizontalen Cutisnetzes entleert; es muss also ein nicht unbedeutender Theil des Druckes verbraucht werden, um den Widerstand der Cutis und wohl auch der Epidermis zu überwinden.

Den Widerstand der Epidermis haben wir bis jetzt noch nicht berücksichtigt; es fragt sich, ob durch denselben ein Theil des ausgeübten Druckes aufgehoben wird, so dass auf die Capillaren faktisch ein geringerer Druck einwirkt, als der, welcher beobachtet und notirt wird. Der Widerstand, welchen die Epidermis der Compression der Capillaren entgegensetzt, ist nur abhängig von der Grösse der Einbiegung, welche dieselbe an den Rändern des Glasplättchens zu erleiden hat; dagegen kommt die Compression, welche die Epidermis selbst in der Richtung senkrecht zur Oberfläche erfährt, nicht in Betracht. Denken wir uns die Epidermis absolut starr, so dass sie also gar keine Einbiegung erleiden könnte, so würde überhaupt kein auf sie wirkender Druck im Stande sein, die unter ihr liegenden Capillaren zu comprimiren. Denken wir sie uns dagegen aus einzelnen unendlich dünnen, mit der Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellten Prismen bestehend, die ohne Reibungswiderstand an einander verschiebbar wären, so würde der ganze auf die Oberfläche der Epidermis wirkende Druck auch die unter ihr liegenden Capillaren treffen, gleichgültig, ob und welche Veränderung in ihrer Länge diese Prismen selbst dabei erführen. Allerdings ist nun die Zusammensetzung der Epidermis nicht von dieser Art; ohne Zweifel setzt sie einer Einbiegung einen gewissen Widerstand entgegen. Da aber bei denjenigen Druckgraden, um welche es sich bei dieser Untersuchung handelt, nur eine minimale mit blossem Auge kaum wahrnehmbare Depression der Haut eintritt, so ist man wohl zu der Annahme berechtigt, dass der Fehler, welcher durch Vernachlässigung des Epidermiswiderstandes gemacht wird, ein sehr unbedeutender sei. Denselben mit in Rechnung zu ziehen, ist jedenfalls unmöglich, da man natürlich nicht jedesmal die wahrscheinlich sehr wechselnde Elasticität der Epidermis bestimmen und die gemachte Einbiegung messen kann.

Die Fehlergrenzen bei diesen Untersuchungen zeigten sich also ziemlich weit. Der Grund hierfür liegt darin, dass es sich dabei um die Abschätzung sehr feiner Farbenunterschiede handelt. Nicht selten glaubt man einmal bei einer bestimmten Belastung eine deutliche Differenz zu sehen, die später nicht vorhanden oder undeutlich zu sein scheint. Besonders im Anfange begegneten uns solche Irrthümer häufig; in Folge grösserer Uebung verminderten sie sich glücklicherweise bedeutend und kamen später nur selten vor. Dagegen blieb 0,25 Gramm das kleinste Gewicht, welches wir brauchen konnten; noch kleinere Gewichte zeigten sich stets als einflusslos auf die Färbung der belasteten Hautstelle, oder wenigstens war die Differenz, die sie hervorbrachten, zu gering, um sicher erkannt zu werden. Wir machten wiederholt den Versuch auch Decigramme zu benutzen, kamen aber immer wieder davon zurück, weil wir sahen, dass dadurch die Versuche nur complicirt wurden, ohne dass eine grössere Genauigkeit der Bestimmung erreicht werden konnte. Die Fehlergrenzen entsprechen also einem Werthe von 0,25 Gramm, was selbst bei der grössten der von uns benutzten Platten 55 mm Wasser, bei der kleinsten 99 ausmacht. Wir haben diesem Uebelstande dadurch so viel als möglich abzuhelfen gesucht, dass wir nicht nur mit jeder Platte eine grössere Anzahl von Bestimmungen machten, sondern dieselben auch mit verschiedenen Glasplättchen an denselben Stellen ausführten, so dass wir die Resultate jedes einzelnen durch die der anderen controlliren konnten und damit zugleich ein Urtheil über die Brauchbarkeit der ganzen Methode erhielten. Die Glasplättchen, welche wir anwandten, hatten einen Flächengehalt von 2,5, von 4,0 und von 5,0 □mm. Es wäre gewiss wünschenswerth gewesen, noch grössere Differenzen in der Grösse derselben zu haben, um eine möglichst grosse Genauigkeit der Resultate zu erreichen. Aber bei noch kleineren Glasplättchen, als solchen von 2,5 □mm wäre die ohnehin schwierige Beurtheilung der Farbendifferenzen noch mehr erschwert worden und überdies wären alle Fehler in dem gefundenen Gewichte bei der Umrechnung desselben in hydrostatischen Druck der kleineren Fläche entsprechend vermehrt worden. Grössere Platten aber, wie die von 5,0 □mm waren deshalb nicht anwendbar, weil dieselben nicht mehr ganz platt auf der Rückenfläche des Fingers aufliegen, und daher auch keinen

gleichmässigen Druck auf die ganze von ihnen bedeckte Fläche ausüben können.

Um gegen Täuschungen, die bei irgend welcher Beeinflussung des Urtheils durch früher gewonnene Resultate leicht entstehen können, möglichst gesichert zu sein, machten wir unsere Versuche so, dass der eine die Gewichte in die Schale legte und der andere, ohne dieselben zu sehen, angab, ob ein Farbenunterschied vorhanden wäre oder nicht. Wiederholt wurde dann die Belastung vermehrt und vermindert, um zu sehen, ob immer bei demselben Gewichte der erste deutliche Farbenunterschied würde angegeben werden. Zuweilen differirten die Angaben dabei um 0,25 Gramm; es wurde dann das arithmetische Mittel genommen. Grössere Differenzen kamen hierbei fast niemals vor.

Die grösste Zahl unserer Versuche haben wir an den Fingern auf der Rückseite des Nagelgliedes gemacht. Wie zu erwarten, fand sich keine Differenz in dem Capillardruck der verschiedenen Finger derselben Person und ebensowenig zwischen den Fingern von uns Beiden; die Abweichungen, die wir zuweilen erhielten, waren weder grösser noch zahlreicher, als diejenigen, welche sich bei unmittelbar hintereinander ausgeführten Bestimmungen an derselben Stelle fanden. Ich habe daher immer die gesammten an den Fingern gemachten Beobachtungen vereinigt und aus allen den Durchschnitt genommen. Bei einer solchen Haltung der Hand, dass der Rücken derselben 490 mm tiefer als der Scheitel lag, fanden wir für den Capillardruck auf der Rückseite der Finger einen Mittelwerth von 513 mm Wasser oder 37,7 mm Quecksilber.

Von besonderem Interesse war es, den Capillardruck bei verschiedener Haltung der Hand zu untersuchen. Wie erwähnt, kann man den Fehler, welcher durch den Widerstand der Epidermis eingeführt wird, nicht eliminiren, und wenn man auch, wie ich zu zeigen mich bemühte, allen Grund hat, diesen Fehler für sehr gering zu halten, so beeinträchtigt er doch immerhin die Bedeutung der auf diesem Wege gefundenen absoluten Werthe. Dagegen mussten alle Differenzen in dem Blutdrucke, auf welche Weise sie auch herbeigeführt wurden, sich richtig zu erkennen geben, wenn nur der Widerstand der Epidermis selbst dadurch nicht alterirt wurde, wie dieses z. B. durch Eintauchen in heisses oder kaltes Wasser möglicherweise hätte geschehen können. Die Veränderungen des Blutdruckes in den Capillaren, welche



durch einen Lagewechsel des betreffenden Theiles hervorgebracht wurden, mussten also sicher richtig zum Ausdrucke kommen. Wir haben nun bei 4 verschiedenen Haltungen der Hand die Druckbestimmungen gemacht: bei der ersten befand sich der Handrücken in der Höhe des Scheitels. Der Untersuchte sass auf einem niedrigen Schemel, die Hand lag auf dem Brette in derselben Weise wie bei allen diesen Bestimmungen; durch untergelegte Tücher wurde der Arm gestützt und dabei Sorge getragen, dass nicht etwa durch Druck auf die Venen eine Stauung entstehen konnte. Die zweite Haltung war so, dass der Handrücken 205 mm unter dem Niveau des Scheitels lag; bei der dritten sass der Untersuchte auf einem Stuhle, die Hand hatte 490 mm Verticalabstand vom Scheitel. Endlich wurden die Bestimmungen im Stehen gemacht, wobei sich der Handrücken 840 mm unterhalb des Scheitels befand. Die bei diesen verschiedenen Haltungen gefundenen Werthe für den Blutdruck in den Capillaren zeigt die folgende Tabelle.

Flächengehalt der Glasplatte.	Blutdruck in den Capillaren des letzten Fingergliedes bei einem verticalen Abstand desselben unter der Scheitelhöhe.			
	von 0 mm	von 205 mm	von 490 mm	von 840 mm
2.56 □mm	—	417 mm H_2O	550 mm H_2O	778 mm H_2O
3.2 □ »	326 mm H_2O	394 » »	541 » »	750 » »
4.0 □ »	335 » »	400 » »	485 » »	687 » »
4.3 □ »	322 » »	—	526 » »	783 » »
4.56 □ »	—	376 » »	463 » »	699 » »
Durchschnitt	328	397	513	738

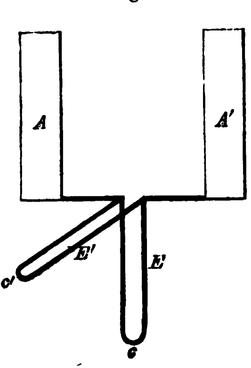
Die durchschnittlichen Werthe sind in Wasser 328, 397, 513 und 738. Die Abweichungen zwischen den von den verschiedenen Platten erhaltenen Zahlen sind zwar nicht unbedeutend, dürften aber geringer nicht erwartet werden; denn selbst die grösste Differenz, 96 mm, zwischen dem grössten und kleinsten Werth für den Capillardruck im Finger beim Stehen beträgt für alle Platten noch nicht das Doppelte des unvermeidlichen Fehlers: es macht nämlich für die grösste Platte 0,44 Gramm aus. Das kleinste angewandte Gewicht war, wie oben erwähnt, 0,25 Gramm.

Wenn man die angegebenen Werthe des Blutdruckes betrachtet, so sieht man, dass derselbe um so grösser ist, je tiefer die Hand gehalten wird: ein leicht vorauszusehendes Resultat.

Aber es fällt sofort auf, dass die Differenzen des Druckes weit geringer sind, als den Höhendifferenzen der verschiedenen Lagen nach hydrostatischen Gesetzen entsprechen würde; viel geringer also, als sie ausfallen würden, wenn wir einfach eine ruhende Flüssigkeit von dem specifischen Gewichte des Blutes hätten. Die Höhendifferenz zwischen der ersten und zweiten Lage der Hand beträgt 205 mm, die entsprechende Differenz im Blutdrucke 69; zwischen der 2. und 3. Lage ist die Höhendifferenz 285, die Druckdifferenz 116; und zwischen der 3. und 4. endlich beträgt die Höhendifferenz 350 mm, die Druckdifferenz 225. Dabei ist noch zu beachten, dass diese Druckangaben in Millim. Wasser gemacht sind, dass das Blut aber ein höheres specifisches Gewicht besitzt.

Woher kommt es nun, dass die Differenzen des Blutdruckes in verschiedenen Lagen nicht einfach gleich sind den den Höhendifferenzen entsprechenden hydrostatischen Druckwerthen? Zunächst ist es unzweifelhaft, dass, wenn wir ruhendes Blut in einem System communicirender Röhren hätten, das an Gestalt und Inhalt dem Gefässsystem gleich wäre, die durch Stellungswechsel hervorgebrachte Druckdifferenz an jeder Stelle des Systems, in den Capillaren, wie in den grossen Gefässen, gleich sein würde dem Höhenunterschiede der betreffenden beiden Lagen. Es stehe z. B. (Fig. 3) mit den Gefässen A und A' eine schleifenförmige Röhre Ec beziehungsweise E' c' in Verbindung, die gesenkt und gehoben werden kann, jedoch nicht über das Niveau der Flüssigkeit in A und A'. Wenn nun das Röhrenstück E', das ursprünglich horizontal lag, in die Lage E gebracht, so entsteht dadurch keine Bewegung der Flüssigkeit; nur der Druck in dem gesenkten Röhrenstücke E ändert sich und zwar folgendermassen. Ist c ein beliebiger Punkt der Röhre E, und x sein Verticalabstand von dem Flüssigkeitsniveau in A, so ist der Druck in c gleich einer Flüssigkeitssäule von der Höhe x. Ist nun c die neue Lage des Punktes c', x' sein jetziger Verticalabstand vom Niveau, so ist der Druck in $c = x'$ und die

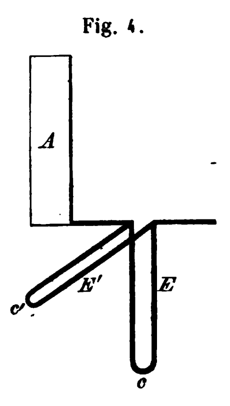
Fig. 3.



durch den Lagewechsel bewirkte Druckdifferenz ist gleich der verticalen Verschiebung $x' - x$.

Genau dieselben Differenzen des Druckes müssten wir auch finden, wenn das Blut sich in einem System starrer Röhren bewegte. Sehen wir zunächst ab von der complicirten Gestalt des Gefässsystems und betrachten wir den folgenden einfacheren Fall (Fig. 4). Aus dem Gefässe *A* ströme Flüssigkeit unter constantem Drucke in die gerade Röhre, welche in die Schleife *E* übergeht und dann frei ausmündet. Die Geschwindigkeit des Stromes in allen Theilen des Röhrensystems ist dann natürlich auch constant und abhängig von der Druckdifferenz zwischen *A* und der Ausflussmündung oder, da der Druck hier Null ist, von dem Drucke in *A* und dem Widerstande innerhalb des Röhrensystems. Es werde nun das anfangs horizontal liegende schleifenförmige Röhrenstück *E'* in die Lage *E* versetzt. An der Stromgeschwindigkeit im Ganzen, sowie auch in dem Stücke *E* selbst wird dadurch nichts geändert. Ebensowenig wie in der Ruhe die Senkung dieses Stückes eine Bewegung hervorzubringen vermag, kann sie an einer vorhandenen Bewegung etwas ändern. Gerade wie in der Ruhe wird die in dem absteigenden Schenkel positive, in dem aufsteigenden negative Beschleunigung durch die Schwere überall dadurch compensirt, dass jeder Röhrenquerschnitt einen Druckzuwachs erhält, welcher gerade dem Verticalabstande seiner jetzigen Lage von der früheren entspricht.

Fig. 4.



Anders gestaltet sich nun aber die Sache, wenn statt eines Rohres mit steifen ein solches mit elastischen Wänden zu dem soeben geschilderten Versuche benutzt wird. Geschieht dieses, so ändern sich mit der Stellung des U förmigen Rohres die Dimensionen desselben, und es wird damit eine Variation der Bedingungen eingeführt, welche von Einfluss auf die Geschwindigkeit ist. Namentlich wird diese letztere bei der gesenkten Lage des Rohres grösser als bei der waagrechten sein, wenn man es zu bewirken wusste dass bei der ersten die Längen-Ausdehnung des Rohres sich nicht bemerklich machen konnte, während die Weite desselben zunahm.

Zur Bestätigung der soeben mitgetheilten Bemerkung wurde in dem Röhrensystem, welches in Fig. 4 schematisch dargestellt ist, statt des starren U förmigen Stückes ein dünnwandiges Kautschukrohr von etwa 2 Meter Länge eingeschaltet. Dieser Schlauch war auf einem Brette befestigt, das horizontal und vertical gestellt werden konnte, ohne dass dabei die Ein- und Ausflussmündung aus ihrer Lage verrückt wurde. Als nun das Wasser unter genau demselben Drucke in beiden Stellungen durch das Rohr geführt wurde, zeigte sich bei der verticalen Lage des Schlauches die Ausflussmenge ganz unzweideutig vermehrt. Von einer Angabe der gefundenen Zahlen sehe ich ab, da dieselben nur für meinen speciellen Fall von Interesse sind.

Wenn man auf diese Erfahrungen gestützt überlegt, wie sich wohl der Strom des Blutes durch die Finger des herabhängenden Armes im Gegensatz zu denen im erhobenen gestalten müsse, so wird man zunächst annehmen dürfen, dass sich durch die Stellungsänderung des Armes der Druck in der Aorta ebensowenig wie in der vena cava ändern werde. In dem herabhängenden Arme werden dagegen die Lichtungen der Gefässe im Allgemeinen weiter als im erhobenen sein, und dieses um so mehr je näher dieselben gegen die Hand hin liegen. Wegen der Verschiedenheiten in den Dimensionen und den Elastizitätscoëfficienten der Hand wird aber auch in gleicher Höhe der Zuwachs der Durchmesser nicht überall derselbe sein, in den Arterien wird er namentlich geringer als in den Venen ausfallen. In Folge hiervon wird der Zufluss des Blutes zu den Capillaren weniger vermehrt, der Widerstand dagegen bedeutender vermindert sein, welcher sich dem Abfluss des Blutes aus den Capillaren in die Venen entgegenstellt. Treffen diese aus bekannten Eigenschaften der Gefässwand abgeleiteten Voraussetzungen das Richtige, so folgt hieraus dass der von der Strömung als solcher abhängige Druck in den Fingercapillaren des herabhängenden Armes niedriger als in denen des erhobenen Armes sein müsse. Demnach muss nun auch der gesammte Druck in den Capillaren der herabhängenden Hand weniger als die Summe der Drücke betragen, welche hervorgeht aus der Addition der Spannung in dem Strome der erhobenen Hand zu der Last der Blutsäule, welche auf der herabhängenden ruht.

Ob nun aber die Aenderungen der Gefässdurchmesser wegen der Elastizität ihrer Wandung die einzige Ursache der auffallenden

Erscheinung sind, deren auf p. 76 Erwähnung geschah oder ob hier noch andere, vielleicht von den Gefässnerven ausgehende Einflüsse mitwirken, können wir bei unserer Unkenntniss über die specielleren Verhältnisse des Blutstromes und der Gefässwände natürlich nicht beurtheilen, um so weniger, als wir nicht einmal wissen, in wie weit unsere Annahme, dass der Druck in der Aorta und der vena cava durch Senkung des Armes nicht beeinflusst werde, mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Dies ist indessen eine Frage von untergeordneter Bedeutung: jedenfalls werden in dem Blutdruck der Aorta durch die Lageveränderung eines Armes nicht so erhebliche Veränderungen eintreten, dass dadurch der Druck in den Capillaren wesentlich modificirt werden könnte.

Ich möchte jedoch noch auf Folgendes aufmerksam machen. Der Umstand, welcher den Einfluss des Lagewechsels auf den Blutdruck in den Capillaren theilweise compensirt, ist, wie wir sahen, die Schlaffheit der Venen, die bedeutend geringere Elastizität ihrer Wandungen im Vergleiche mit denen der Arterien. Dem entsprechend muss diese Compensation geringer sein, wenn die Venen bereits gefüllt sind, ihre Wandungen eine gewisse Spannung besitzen. Und in der That fanden wir dies. Die Höhendifferenz zwischen der höchsten und der nächstfolgenden Haltung der Hand beträgt 205 mm, die durch diese Senkung bewirkte Veränderung im Capillardruck 69 mm, also 0,33 des hydrostatischen Werthes der Höhendifferenz. Die nun folgende Senkung um 285 mm bewirkt eine Drucksteigerung um 116 mm, also 0,40, die letzte Senkung von 350 mm eine Drucksteigerung von 225 mm, also um 0,64 ihres hydrostatischen Druckwerthes. Trotz der unvermeidlichen Ungenauigkeit dieser Bestimmungen können diese Erscheinungen ihrer regelmässigen Wiederkehr wegen nicht zufällig sein.

In habe jetzt noch über einige andere Bestimmungen des Blutdruckes in den Capillaren zu berichten. Am Finger haben wir wiederholt den Versuch gemacht die Steigerung des Blutdruckes durch arterielle Hyperämie nachzuweisen. Die Finger wurden zu diesem Zwecke in heisses oder kaltes Wasser getaucht, die Haut durch einen Induktionsstrom gereizt etc. Aber selbst bei ziemlich lebhafter Röthung der Haut war eine Vermehrung des Blutdruckes durch unsere Methode nicht nachweisbar. Man muss also annehmen, dass die Grösse, um welche der Blutdruck

in den Capillaren bei mässig starker arterieller Hyperämie steigt, ganz innerhalb der Fehlergrenzen unserer Methode liegt, also jedenfalls kleiner ist, als 55 mm Wasser. Dagegen war es leicht, eine nachweisbare Steigerung des Capillardruckes durch Compression der Venen, z. B. durch Umschnürung des Fingers hervorzubringen.

Es ist ja auch selbstverständlich dass der Druck in den Capillaren hierbei bedeutend mehr steigen muss, als bei arterieller Hyperämie. Bei Verschluss der Venen eines Fingers muss der Druck in den Capillaren steigen, bis er dem in den Arterien des Fingers gleich kommt. Wir fanden ihn zu 1562 bis 1953 mm Wasser, entsprechend 114 143 mm Quecksilber.

Am Ohre machten wir eine Anzahl von Versuchen mit 4 verschiedenen Platten von 5.54 — 3.38 — 2.79 — 3.64 □mm unter Benutzung des Stativs und des Hebels. Die durch dieselben gewonnenen Resultate sind in Millim. Wasser: 251, 268, 315, 255, im Durchschnitt also 272 mm Wasser oder 20 mm Quecksilber. Die Bestimmungen zeigten natürlich keine Differenzen zwischen beiden Seiten. Die hier beobachteten Werthe stimmen innerhalb der Fehlergrenzen mit denen, die an der bis zum Scheitel erhobenen Hand gewonnen wurden.

Endlich sind noch Bestimmungen am Zahnfleisch des Kaninchens zu erwähnen. Diese wurden immer an demselben Kaninchen, aber an mehreren Tagen hintereinander gemacht. Mit 4 Platten wurde als Durchschnitt der verschiedenen Beobachtungen gefunden: 429, 480, 433 und 435 Millim. Wasser, im Mittel 444 Wasser oder 33 mm Quecksilber.

Neue Mittheilungen über die Lymphgefässe der Leber.

Von

Dr. Albrecht Budge.

Mit 1 Tafel in Farbendruck.

Die Frage, ob in der Leber perivasculäre Räume vorhanden und wenn, ob sie Lymphräume seien, ist zwar in einer Reihe von Arbeiten behandelt, aber immer noch nicht vollkommen erledigt. Herr Professor *Ludwig* hat mich bestimmt, die in gleichem Sinne unternommene, aber aus Mangel an Zeit nicht ganz vollendete Arbeit von Dr. *Fleischl*[1]) wieder aufzunehmen.

Mac Gillavry[2]) hat bekanntlich zuerst durch Injectionen Räume dargestellt, welche die Blutcapillaren scheidenartig umgeben, und sie für diejenigen Lymphgefässe gehalten, welche in das Leberläppchen selbst eintreten. Seine Untersuchungen an Hunden sind auch für andere Säugethiere von *Biesiadecki*[3]), *Irminger* und *Frey*[4]), *Kisselew*[5]) und *Fleischl* bestätigt. Auch hat *v. Wittich*[6]) nach einer vorläufigen Mittheilung perivasculäre Räume mit Indigcarmin von den Lungen aus durch künstliche Respiration injicirt (Chrzonszczewsky. Sikorsky). *Hering*[7]) dagegen hält die Existenz derselben nicht für bewiesen, weil es ihm nicht geglückt ist, sie beim Kaninchen zu injiciren, oder Endothel

1) *Fleischl.* Arbeit. aus d. physiol. Inst. Leipzig 1874.
2) *Mac Gillavry.* Wiener Sitzungsberichte 1864.
3) *Biesiadecki.* Wiener Sitzungsberichte 1867.
4) *Irminger-Frey.* Zeitschrift für wissenschaftl. Zoolog. Bd 16.
5) *Kisselew.* Centralblatt 1869. Nr. 10.
6) *v. Wittich.* Centralblatt 1874. Nr. 58.
7) *Hering.* Wiener Sitzungsber. 1866.

nachzuweisen. Bei Menschen und Hunden erklärt er dieselben, obwohl er sie selbst injicirt hat, für Kunstproducte, hervorgebracht durch besondere morphologische Verhältnisse und durch die Behandlungsweise behufs mikroskopischer Untersuchung. Dieser Ausspruch *Hering*'s nun hat mich veranlasst, zunächst gerade beim Kaninchen nach solchen Räumen zu suchen.

Vorerst habe ich mich der bekannten Methode bedient, vom ductus choledochus aus mit Hülfe eines Quecksilberdruckapparates Lymphgefässe zu injiciren. Bei meinen zahlreichen Injectionen (etwa 80) habe ich zugleich versucht, die Druckhöhe zu bestimmen, bei der man auf annähernd sicheren Erfolg rechnen könne. Leider ist mir dies nicht gelungen, da die Lebern, abgesehen von Grössen- und Consistenzunterschieden, bei einzelnen Thieren schnellen Zersetzungen unterworfen sind. Zweierlei lässt sich jedoch meiner Meinung nach immer empfehlen, einmal gleich von vornherein mit einem hohen Drucke anzufangen und ihn nicht erst allmählig zu steigern, und zweitens von Zeit zu Zeit ihn durch Pressung mit der Hand auf Augenblicke zu erhöhen. Dies geschieht, indem man den Schlauch, welcher die Injectionsmasse zuführt, mit der einen Hand zudrückt und ihn mit der andern zwischen dieser Stelle und der Leber zusammenpresst. Die groben Lymphgefässe am Hilus, die sich bekanntlich bald füllen, habe ich unterbunden, um das Herausfliessen der Masse zu verhindern und so vielleicht dieselbe von grösseren Stämmen in kleinere zurückzutreiben. Bei Extravasaten in die Blutgefässe, die nicht ganz selten sind, muss man aus naheliegenden Gründen die Injection abbrechen. Verwandt habe ich neben dem gebräuchlichen Berlinerblau ohne Leimzusatz eine von *Fleischl* empfohlene Lösung von Asphalt in Chloroform. Die besten Dienste leistete mir, da der Gehalt an Asphalt keineswegs gleichgültig ist, eine concentrirte Lösung, der ich bei jedesmaligem Gebrauche, nachdem sie filtrirt war, noch $^1/_3$ Chloroform zusetzte.

Nach vollendeter Lymphgefässinjection füllte ich die Blutgefässe mit farbiger Leimmasse. Die Präparate, die in chroms. Kali gehärteten Objecten entnommen waren, wurden in Glycerin untersucht.

An feinen Schnitten sieht man nun um die querdurchschnittenen Blutcapillaren herum braune Ringe, die sowohl gegen die blau injicirten Capillaren, als auch gegen die anliegenden Leberzellen scharf und fest begrenzt sind. Bei vielen sind

sie einfach concentrisch, bei anderen, je nachdem die Blutgefässe mehr oder weniger schräg getroffen sind, auf der einen Seite breiter, auf der anderen schmaler (vgl. Fig. I. Hartn. Obj. 7 Ocul. 2).

Auf dem Längsschnitte bieten sie bei flüchtiger Betrachtung das Bild einfach in diesem Falle braun injicirter Blutcapillaren, da die Leimmasse von dem Asphalt verdeckt wird. Bei stärkeren Vergrösserungen sieht man jedoch zwischen den feinen Asphaltkörnchen, die häufig keine zusammenhängende Lage bilden, sondern wie Sandkörner darüber zerstreut erscheinen, die blaue Injectionsmasse durchschimmern (vgl. Fig. II. Hartnack Object 8. Ocul. 2). Es entstehen auf diese Weise Figuren, die auf jeder so injicirten Capillare sich netzartig verbreiten. Ob dieselben als blosse Bruchstellen zwischen der braunen Injectionsmasse aufzufassen, oder vielleicht durch feine Wandungen bedingt sind, die noch in der perivasculären Scheide selbst verlaufen, lasse ich dahingestellt.

Natürlich sind nun auf solchen Präparaten auch Blutcapillaren querdurchschnitten, deren Aussehen ich oben beschrieben, oder es sind auch einzelne der Länge nach durchspalten, an denen man dann zu beiden Seiten der blauen Injectionsmasse braune begrenzende Streifen sieht (vgl. Fig. II).

Es scheint mir hier folgender Einwurf berechtigt. Da bei dieser Methode häufig Extravasate in die Blutcapillaren vorkommen und diese dann natürlich ebenso injicirt werden, wie direct von einem grösseren Gefässstamme aus, so hat man es, bei nachfolgender Füllung der Capillaren mit farbigem Leim, mit einer Doppelinjection in ein und dieselbe Röhre zu thun. Gesetzt also, es seien zwei Massen hintereinander in dieselbe Röhre hineingespritzt, von denen die eine noch die Eigenschaft hat, an der Wand fest zu hängen, so kann der Anschein von perivasculären Räumen leicht zu Stande kommen. In der That haben nun die Präparate mit Doppelinjection, die zum Theil absichtlich dargestellt waren, eine gewisse Aehnlichkeit mit den vorhin beschriebenen Bildern, aber es fehlt allen eine charakteristische Eigenschaft: die scharfe Abgrenzung der Massen. Diese hatten sich wenn auch nicht gerade gemischt, so doch durcheinander geschoben; die Grenze zwischen dem blauen und dem schwarzen Tone war zackig und unregelmässig, während sie bei den meinen Abbildungen zu Grunde liegenden Präparaten glatt und scharf waren. Für die vorliegende Frage scheint mir noch ein anderer

Befund von Interesse. Oefter lagen mir aus Lebern, deren Gallengänge mit Asphalt und deren Blutgefässe mit Berlinerblau injicirt waren, Capillaren vor, in welche der farbige Leim nicht gedrungen war; auch diese waren dann von dem scharf begrenzten braunen Ring umgeben. Etwas ähnliches habe ich aber niemals an den zahlreichen Schnitten gefunden, die aus Lebern stammten, deren Blutgefässe mit Asphalt ausgespritzt waren.

Nach diesen Erfahrungen glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass sich um die Blutcapillaren der Leber des Kaninchens, ebenso wie bei denen anderer Säugethiere, Räume injiciren lassen. Ob aber diese im Leben zur Aufnahme von Lymphe bestimmt sind, scheint mir hierdurch noch keineswegs bewiesen. Auf anatomischem Wege kann dieses nur geschehen, indem man in den Wandungen jener Lücken Endothel darstellt oder dadurch, dass man den Zusammenhang ihrer Lichtungen mit denjenigen unbezweifelbarer Lymphgefässe nachweist. — Da sich bei den Asphaltinjectionen durch die Gallengänge die portalen Lymphstämmchen sehr vollständig füllen, so sollte man erwarten, dass sich auch die Einmündung der perivasculären Räume in die gröberen Lymphwege leicht aufdecken liesse. An den Präparaten, welche auf die bis dahin beschriebene Weise dargestellt wurden, ist mir dieses jedoch nicht gelungen. Ebenso wenig konnte ich in den Lücken das Endothel finden, trotzdem dass *Kisselew* (Centralblatt 1869 p. 147) in einer vorläufigen Mittheilung von einem Endothel der Lymphscheiden spricht, die die Blutcapillaren umgeben. Leider fehlen Abbildungen und genauere Angaben über die Methode der Darstellung. Ohne Erfolg habe ich die Färbung feiner ausgepinselter Schnitte mit Argent. nitricum, essigsaurem Carmin und Haematoxylin versucht, und ebenso vergeblich habe ich zahlreiche Injectionen mit Argent. nitric. vom duct. choledochus aus gemacht, in der Hoffnung, auf diese Weise das Endothel darzustellen. Ich füllte die Blutgefässe mit farbigem Leim, um einer Verwechselung mit deren Endothel vorzubeugen. Hierbei, wie bei Injectionen mit Chlorpalladium und Ueberosmiumsäure ist mir es nicht geglückt, die Angabe *Kisselew*'s zu bestätigen. Die Misserfolge erkläre ich mir einerseits daraus, dass beim Auspinseln diese feinen Gebilde mit zerstört werden und vielleicht an den entfernten Leberzellen hängen bleiben; andererseits werden durch die nachfolgenden

Injectionen der Blutgefässe die perivasculären Räume so comprimirt, dass sie nicht mehr als solche zu erkennen sind.

Immerhin bleibt dieser Misserfolg auffallend, da die der Venenwand anliegenden Lymphgefässe mit ihrem Endothel sehr schön durch diese Methode darstellbar sind (Fig. III. Hartnack Obj. 4 Ocul. 2). Auch habe ich auf diese Weise das Endothel in den Hohlräumen darstellen können, welche *Asp*[1]) aus der Umgebung der venae hepaticae abbildet.

Zur Erreichung des angestrebten Zieles erwiesen sich Stichinjectionen unter den serösen Ueberzug der Leber und in die ligg. triangularia eben so erfolglos, als die bisher beschriebene Methode. Nach den vielen vergeblichen Versuchen anderer Anatomen war dieses zu erwarten; darum würde ich die genannten Einstichinjectionen gar nicht erwähnen, wenn mir nicht durch sie an der Schweineleber die Darstellung der Lymphgefässe, welche die kleinsten Leberläppchen umspinnen, in einer sehr vollkommenen Weise gelungen wäre. Man kann an diesen Lebern vom Peritoneum aus, welches viel dicker als bei anderen Thieren ist, durch Einstich Netze injiciren, die genau den bindegewebigen Septen folgen, welche die einzelnen Läppchen begrenzen (vgl. Fig. IV. Hartn. 2 Obj. 4.). Diese Injectionen dringen tief in die Lebersubstanz ein. Auf allen Schnitten, welche senkrecht gegen die Umhüllungsfläche eines Läppchens geführt sind, erscheint dieses letzte von einem Kranz von Lymphgefässen umgeben (*a*, *a*, *a*). Fällt dagegen der Schnitt parallel mit der Umhüllungsfläche, so tritt aus dieser ein engmaschiges Netz hervor (*b*). Hieraus ist zu schliessen, dass jedes Läppchen in einem aus Lymphstämmchen geflochtenen Korbe liegt. Aus diesen Gefässen habe ich nun aber bis dahin keine Fortsetzungen in das Innere des Läppchens verfolgen können. Wenn dieses auch öfter beim ersten Anblick der Fall zu sein schien, so zeigte doch jedesmal die genauere Untersuchung, dass das Gefäss im Septum selbst verlief.

Diese in Fig. IV dargestellten Netze lassen sich sowohl allein injiciren, wenn man mit einer sehr feinen Stichcanüle vom Peritoneum aus in das Septum eines Läppchens eindringt, und unter minimalem Drucke Berlinerblau hineintreibt, als auch im

1) *Asp*. Anatomie und Physiologie der Leber. Arbeiten aus dem physiolog. Inst. zu Leipzig. 1873.



Zusammenhang mit den bekannten peritonealen. Ebenso kann man von den peritonealen aus diese umhüllenden Netze erhalten.

Obgleich nun das Bindegewebe der Septa in das Peritoneum übergeht, so lässt sich doch das letztere bei gewissem Härtungsgrade der Leber abziehen. Man kann auf diese Weise die peritonealen Lymphgefässe zugleich mit dem Peritoneum abheben, während das vorher beschriebene Netz, der Lebersubstanz angehörig, an dieser sitzen bleibt. Auf diese Weise erkläre ich mir die Ansicht *Arnold's*, der ausser peritonealen noch subperitoneale Lymphgefässe angenommen hat, was vielfach bestritten worden ist. Beim Hecht und beim Hunde habe ich gleichfalls diese sogenannten subperitonealen injicirt; nur sind sie entsprechend der grösseren Unregelmässigkeit der Leberläppchen selbst und damit der Septa bei Weitem nicht so ausgesprochen und in die Augen fallend. Sie folgen aber genau den auch bei diesen Thieren deutlichen Grenzen zwischen den Läppchen.

Durch diese Beobachtungen gewinnt wie mir scheint die Ansicht eine neue Stütze, nach welcher nicht bloss die Leber des Schweins, sondern auch die anderer Säugethiere aus einem Haufwerk von Läppchen besteht, deren jedes von einer Bindegewebshülle umschlossen ist. In der That lassen sich ähnlich wie beim Schwein auch aus der Leber des Hundes und Kaninchens Läppchen herausschälen, wenn man Stückchen des Organs nach vorgängiger Härtung in einer conzentrirten Lösung von chromsaurem Kali unter Kochsalzlösung zerlegt. Die Unterschiede des Baues in den Läppchen verschiedener Thiere scheinen mir in den Dimensionen derselben und in der Zartheit ihrer Hüllen zu liegen.

Einen Schritt weiter als bisher gelangte ich dagegen dadurch, dass ich einer Andeutung *E. Fleischl's* nachging. Ihm war es gelungen von dem Lymphstämmchen des Bindegewebes aus, das die grossen Aeste der vena hepatica umgibt, in das klappenfreie Gebiet der Lymphgefässe zu dringen. Denn nur diesem letzteren Umstande wird es zuzuschreiben sein, dass er die Masse aus den Lymphstämmen um die vena hepatica in diejenigen übertreiben konnte, welche neben der vena portarum verlaufen. Da er bei dieser Injection im Innern des Leberläppchens Bilder erhielt, wie sie *Mac Gillavry* gewonnen hat, so schliesst er mit Recht, dass der Weg, auf dem die Lymphe zwi-

schen vena portae und vena hepatica hinfliesst, durch die perivasculären Räume gegeben sein müsse, um so mehr als keine directe Verbindung aus gröberen Bahnen zwischen beiden Gebieten bestehe.

Bei einer Wiederholung der Versuche *Fleischl's* liessen sich alsbald die grossen Schwierigkeiten erkennen, mit welchen sein Verfahren behaftet war. Weit leichter gelingt es, die Masse in die Lymphgefässe des Leberparenchyms zu treiben, wenn man statt von der Aussenfläche der Vene von der Innenfläche derselben ausgeht. — *Hyrtl* hat in seiner Zergliederungskunst schon empfohlen, an andern Organen auf gleiche Weise Lymphgefässe zu injiciren und *Leopold*[1]) hat ebenfalls von der Innenfläche der Blutgefässe des schwangeren Uterus Lymphnetze in der Gefässwand injicirt.

Sticht man mit einer feinen Stichcanüle oberflächlich in eine aufgeschnittene Vene, am besten in eine vena hepatica, senkt die Canüle etwa bis zur Mitte der Wandung und treibt die Masse unter sehr geringem Drucke hinein, so sieht man ein zierliches Netz von Gefässen hervortreten, das die ganze Venenwand dicht durchzieht (vgl. Fig. V). Bei einiger Uebung gelingt diese Injection regelmässig. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Nadelspitze nicht ins Leberparenchym eindringt, weil sonst natürlich wieder Blutgefässe injicirt werden. Tritt beim Einstich in die Wandung um die eingestochene Canüle herum blaue Masse ins Gewebe und entsteht dadurch ein Extravasat, so muss, wenn sich auch in der Nähe solche Netze füllen, doch die Injection unterbrochen werden, da die solchen Stellen entnommenen Präparate immer mehr oder weniger unsauber sind. In den grossen Venenstämmen, den directen Aesten der vena cava, fand ich die Lymphgefässe von bedeutender Grösse, jedoch ohne Klappen. Sie bilden mehrere Lagen übereinander, was bei herauspräparirten und mit Eisessig aufgehellten Venenwandstückchen leicht zu sehen ist. Vorliegende Abbildung Fig. V zeigt drei solcher Schichten, die sich vielfach untereinander verbinden. Die Zahl beläuft sich bei diesen grossen Stämmen etwa auf 60 bis 70 grösserer Gefässe, während sie in mittelgrossen circ. 15 bis 20, in ganz kleinen 3 bis 5 beträgt. Diese Angabe der Zahlen kann naturgemäss nur annähernd sein, da man einmal nicht weiss, ob alle Lymphgefässe injicirt sind, andererseits gewiss auch grosse Dif-

1) Naturforscher-Versammlung. Leipzig 1872.

ferenzen bei den verschiedenen Thieren vorhanden sind. Was ferner die Lage der Lymphgefässe in der Venenwandung anlangt, so sind dieselben so von ihnen durchsetzt, dass man eine bestimmte Anordnung nach den Schichten der Venenwand nicht angeben kann.

Die Abbildungen VI und VII zeigen solche Lymphgefässe im Querschnitt in einer ebenfalls querdurchschnittenen Venenwand. Sie sind beide demselben Präparate entnommen, bei verschiedenen Vergrösserungen.

Um zu beweisen, dass diese Netze von wirklichen Lymphgefässen gebildet sind, habe ich noch mit Arg. nitr. Injectionen gemacht, die das Endothel unzweifelhaft nachwiesen. Auch zeigen Gestalt und Verzweigung dieser Gefässe einen den Lymphgefässen eigenthümlichen Charakter; zudem stehen sie mit den übrigen Lymphgefässen der Leber in Verbindung (vgl. Fig. VII). Von der Wand der vena hepatica lassen sich die schon bei Injection durch den ductus choledochus genauer beschriebenen perivasculären Räume um die Blutcapillaren darstellen. Ferner kann man von derselben Vene aus die Lymphgefässe in der Wandung der vena portae füllen, zum Beweis, dass auf irgend einem Wege beide Lymphgefässe in Verbindung stehen. Da nun, wie oben erwähnt, keine grösseren Lymphstämmchen in ein Leberläppchen eindringen, so halte ich den Schluss für gerechtfertigt, dass die Lymphgefässe den Bahnen der Blutcapillaren folgen und so untereinander communiciren. Wenn ich also nun bei einer Injection an demselben Leberstückchen Lymphgefässe der vena hepatica, der vena portae und perivasculäre Räume um die Blutcapillaren herum erhalte, so muss auf diesem Wege die Lymphe im Läppchen fliessen, da ja bekanntlich die Verbindung zwischen vena hepatica und portae nur capillär ist. Auch glaube ich, dass man fraglos die perivasculären Räume für Lymphräume halten muss, weil es nicht wohl denkbar ist, dass eine Injectionsmasse von wirklichen Lymphgefässen aus injicirt in freie Räume extravasire und von diesen wieder in nachweisbare Lymphgefässe zurückkehrte. Selbst wenn es ausnahmsweise geschehen konnte, so schützt mich doch die grosse Anzahl von Injectionen gegen diesen Einwurf. Dass *Fleischl* (l. c.), obwohl er eine Verbindung zwischen den Lymphgefässen des um die vena hepatica gelegenen Bindegewebes und denen der v. portae nebst dem Nachweis von perivasculären Räumen erhalten, die letzteren noch

nicht mit Sicherheit für Lymphwege erklärt, liegt meiner Meinung nach darin, dass er die Lymphgefässe in der Wandung der Gefässe nicht kannte. Es lassen sich auch wirklich von der Stelle aus, die *Fleischl* (l. c.) angibt, die Lymphgefässe in der Wandung der vena hepat. einspritzen und sicher hat er auch auf diese Weise die der v. portae und der Capillaren injicirt. Leider kann man aber bei dieser Methode sich nie überzeugen, ob durch Injection die Lymphgefässe in der Wandung gefüllt sind. Sie bietet sonst den grossen Vortheil an der unverletzten Leber noch nachträglich gute Blutgefässinjectionen machen zu können, und zweitens wird das Ausfliessen der Injectionsmasse aus den mit der Venenwand durchschnittenen Lymphgefässen verhindert. Trotzdem scheint mir doch die Injection von der Innenwand der Gefässe aus den Vorzug zu verdienen, da man, wie oben schon erwähnt, sonst leicht übersehen kann, ob jene gelungen ist oder nicht. Was endlich hierbei die Blutgefässinjectionen betrifft, so kann man von abgehenden kleineren Aesten aus mit ziemlicher Sicherheit die gewünschten Bezirke mit farbigem Leim füllen.

Ich möchte hier noch hervorheben, dass sich die letztere Methode für Injectionen der Lymphgefässe von Geschwülsten an sehr blutreichen Organen empfehlen dürfte, zumal es nicht nöthig ist, die Organe unverletzt zu erhalten. Kleine Stücke werden genügen, um solche Injectionen auszuführen. Ich habe vielfach bei Adenomen der Leber, über deren Verhältniss zu den Lymphgefässen ich gelegentlich berichten werde, zahlreiche dieser Gefässe von den Venenwandungen aus injicirt und glaube daher annehmen zu dürfen, dass die Methode sich auch für andere Geschwulstformen eignen wird. Diese Lymphgefässe der Venenwandung, die ich im Gegensatze zu den perivasculären vasculäre nennen will, stehen nun mit den interlobulären, die die Gefässe begleiten, in Verbindung, diese wieder mit den peritonealen, den oberflächlichen am Hilus gelegenen und denen des Diaphragma.

Ich gebe schliesslich noch eine Uebersicht meiner Injectionen an, um daraus das Bild der Leberlymphgefässe und ihres Zusammenhanges unter einander klar darzustellen. Die Fragen, wie es sich mit den Lymphgefässen in der Arterienwandung und der Gallengänge verhält, ferner das Verhältniss der Lymphgefässe zum Bindegewebe der Leber, behalte ich mir für eine spätere Mittheilung vor. Den Uebergang von den vasculären zu den

perivasculären Lymphgefässen mikroskopisch darzustellen, wird erst möglich sein, wenn man genau das Bindegewebe der Leber einmal in Beziehung zu den Leberzellen und dann zu den Lymphgefässen kennt.

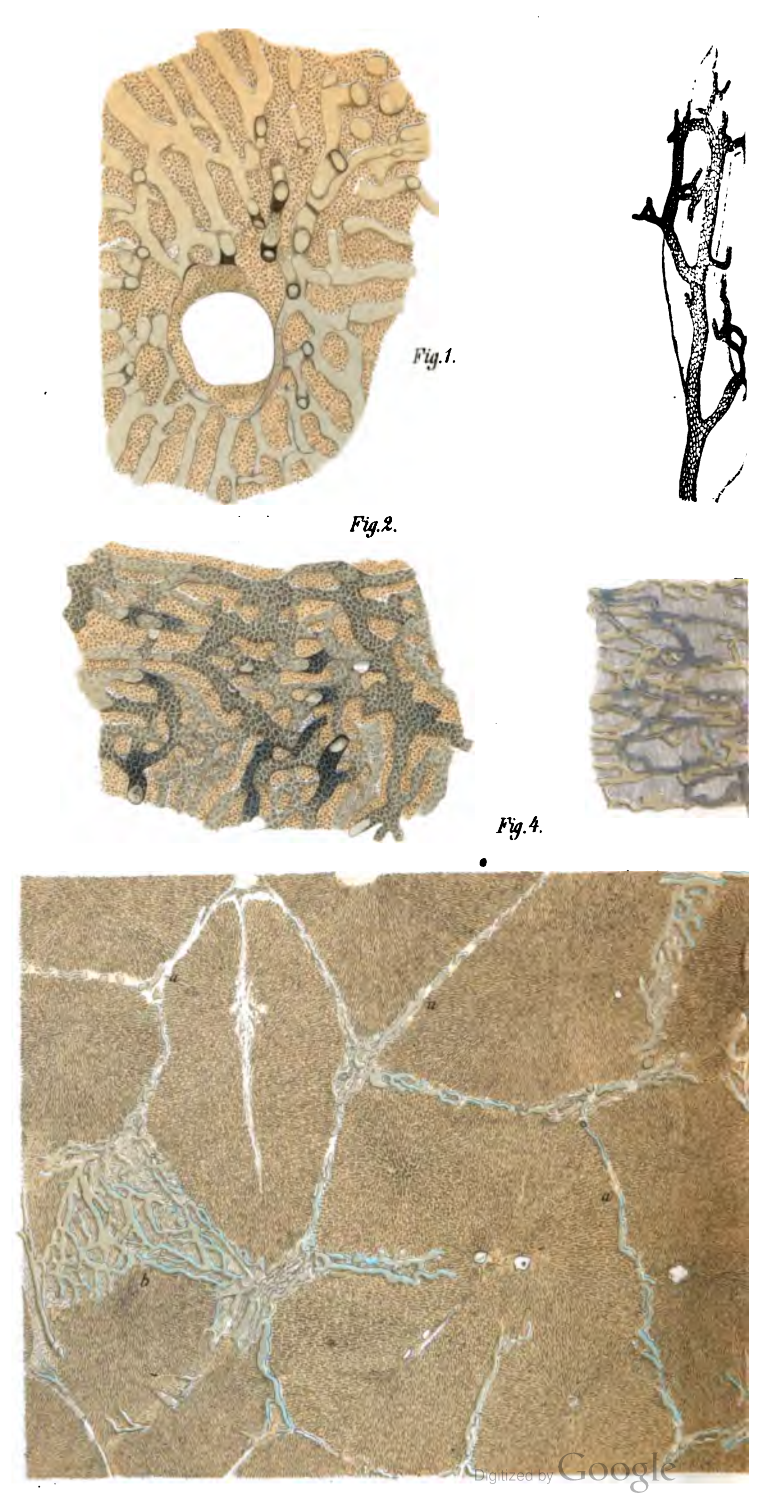
I. Injectionen vom duct. choledochus aus durch starken Druck.
   1. Perivasculäre Räume (Kaninchen, Hund).
   2. Interlobuläre oder sog. umspinnende Lymphgefässe (Kaninchen).
   3. Oberflächliche grosse am Hilus gelegene Lymphgefässe nebst Lymphdrüsen (Kaninchen).

II. Vom Peritoneum aus.
   1. Peritoneale (Hund. Schwein. Hecht. Stör).
   2. Interlobuläre (Hund. Schwein. Hecht. Stör).

III. Von dem Bindegewebe der Aussenwand der Gefässe.
   1. Peritoneale (Hund).
   2. Interlobuläre (Hund).
   3. Vasculäre der vena hepatica (Hund).
   4. Vasculäre der vena portae (Hund).

IV. Von der Innenwand der Gefässe aus.
   1. Vasculäre der vena portae und hepatica (Hund. Schwein).
   2. Perivasculäre (Hund).
   3. Verbindung zwischen den Lymphgefässen der vena portae und denen der vena hepatica (Hund).
   4. Interlobuläre (Hund und Schwein).
   5. Oberflächliche am Hilus gelegene (Hund. Schwein).
   6. Peritoneale (Schwein).
   7. Lymphgefässe der Gallenblase (Hund).

Hieraus ergibt sich ein geschlossenes System von Lymphgefässen für die Leber, das in engster Beziehung zu den venösen Blutgefässen steht. Im Läppchen sind einfache Lymphscheiden um die Blutcapillaren herum, die eine directe Berührung von Leberzellen und Blut hindern, so dass der Austausch zwischen beiden nur durch die Lymphe vermittelt werden kann. Wie die Blutcapillaren an der Grenze der Läppchen sich zu grösseren Stämmen vereinigen, so gehen auch die Lymphscheiden in Lymphgefässe über, die in den Venenwandungen gelegen sind, um sich von dort aus durch Vermittelung der interlobulären resp. umspinnenden und der peritonealen nach oben in die des Zwerchfells, nach unten in die am Hilus gelegenen zu ergiessen.



Berichte d. K. S. Ges. d. Wiss. math. phys. Cl. 1875.
Zur Abhandlung v. Dr. A. Budge.

Fig. 3.

Fig. 5.



Fig. 6.





Fig. 7.



Lith Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. I. Schnitt von einer Kaninchenleber; die Blutgefässe sind blau, die perivasculären Räume braun (vom duct. choledochus aus injicirt). Man sieht um einzelne Blutcapillaren herum, je nachdem der Schnitt sie mehr oder weniger senkrecht zur Axe getroffen, scharfe braune Ringe, entweder concentrisch, oder an einer Seite breiter, an der anderen schmäler. Hartn. Oc. 2 Obj. 7.

Fig. II. Ein gleicher Schnitt. Die Blutcapillaren sind hier zum Theil längs getroffen. Durch die braune Masse schimmert die blaue durch, letztere sieht wie mit Sand bestreut aus. Die Lücken zwischen der braunen Masse bilden weisse, unregelmässige, aber bestimmt abgegrenzte Figuren. Hartn. Oc. 2 Obj. 8.

Fig. III. Ein blau injicirter Ast der vena portarum, auf und um den mit Arg. nitr. vom duct. choledochus aus injicirte interlobuläre Lymphgefässe, sog. umspinnende, laufen. Hartn. Oc. 2 Obj. 4.

Fig. IV. Schnitt durch eine gehärtete Schweineleber; vom Peritoneum her sind die Lymphgefässe in den Umhüllungen der Läppchen injicirt. Die letzteren sind theils senkrecht gegen ihre Fläche *a*, *a*, *a*, theils parallel mit derselben durchschnitten *b*. Hartn. Oc. 2 Obj. 4.

Fig. V. Eine herauspräparirte und ausgebreitete Venenwand der vena hepatica vom Hund. Die Wandung ist mit Eisessig aufgehellt, in ihr sieht man die Verzweigung von Lymphgefässnetzen, die drei Schichten übereinander bilden. (Simplex. Zeiss.)

Fig. VI. Schnitt durch eine Hundeleber. In der Gefässwand einer vena centralis sieht man querdurchschnittene, blau injicirte Lymphgefässe. Hartn. Oc. 2 Obj. 7.

Fig. VII. Dasselbe Präparat bei schwächerer Vergrösserung. Ausser den Lymphgefässen der vena centralis, solche der vena portarum.

Ueber die Oxydation von Glycocoll, Leucin und Tyrosin, sowie über das Vorkommen der Carbaminsäure im Blute.

Von

Dr. E. Drechsel.

Es ist eine bemerkenswerthe und auch von Anderen bereits hervorgehobene Thatsache, dass alle stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte, welche man durch die Einwirkung von Säuren oder auch Verdauungsfermenten auf Eiweissstoffe in letzter Reihe erhält, nur je Ein Atom Stickstoff im Molekül enthalten. Es ist dies um so merkwürdiger, als nach den Versuchen von *Schultzen* und *Nencki*[1]) derartige Verbindungen, wie Glycocoll, Leucin und Tyrosin beim Durchgang durch den thierischen Organismus eine bedeutend vermehrte Harnstoffausscheidung bewirken, also Veranlassung zur Bildung einer Verbindung geben, welche Zwei Atome Stickstoff im Molekül enthält. Ueber die Art und Weise, wie unter diesen Umständen Harnstoff aus den genannten Körpern entsteht, kann man sich verschiedene Vorstellungen machen; so gibt *Schultzen* z. B. folgende Gleichung als möglich für diesen Process:

$$2\, C_2 H_5 N O_2 + 6\, O = C H_4 N_2 O + 3\, CO_2 + 3\, H_2 O,$$

wonach also aus je zwei Molekülen Glycocoll 1 Molekül Harnstoff erhalten würde. Man kann sich indessen auch denken, dass nicht beide Stickstoffatome des Harnstoffs vom Glycocoll stammen, sondern nur eines, und dass das andere von 1 Mol. Ammoniak geliefert wird, welches gleichzeitig mit dem Glycocoll der Oxydation unterliegt. Aus Glycocoll und Leucin könnte so Harnstoff gebildet werden nach der Gleichung für Glycocoll:

$$C_2 H_5 N O_2 + N H_3 + 3\, O = C H_4 N_2 O + CO_2 + 2\, H_2 O$$

während das Tyrosin unter gleichen Umständen Veranlassung

---

1) Zeitschr. f. Biologie, VIII, 124. —

zur Entstehung von Harnsäure und deren Verwandten, Guanin, Xanthin und Sarkin geben würde, indem durch die Oxydation der aromatische Kern desselben gewissermassen gesprengt und die hierbei freiwerdenden Kohlenstoffaffinitäten vom Stickstoff im Entstehungszustande gesättigt würden, nach der Gleichung:

$$C_9 H_{11} N O_3 + 3 N H_3 + 16 O = \underset{\text{Harnsäure}}{C_5 N_4 H_4 O_3} + 4 CO_2 + 8 H_2 O.$$

Um die Richtigkeit dieser Vermuthungen experimentell zu prüfen, habe ich mannichfache Versuche angestellt, indem ich Glycocoll, Leucin und Tyrosin in ammoniakalischer Lösung mittelst übermangansauren Ammons oxydirte. Letzteres war durch Zersetzung von übermangansaurem Silberoxyd mit Chlorammonium dargestellt worden; die erhaltene Lösung zersetzte sich nach Zusatz von etwas Ammoniak vollständig beim Kochen unter Gasentwickelung und Abscheidung eines braunen Körpers. Von den zahlreichen Versuchen genüge es, folgende anzuführen.

Glycocoll wurde in wässrigem Ammoniak gelöst und mit einer Lösung von übermangansaurem Ammon versetzt: es fand sofort Einwirkung statt und als dieselbe fast beendigt war, wurde von dem entstandenen Niederschlage abfiltrirt und die Flüssigkeit auf dem Wasserbade eingedampft. Der Rückstand in Wasser gelöst gab mit Oxalsäure und auch mit salpetersaurem Quecksilberoxyd Niederschläge; letztere wurden abfiltrirt, ausgewaschen und in Wasser suspendirt mit Schwefelwasserstoff zersetzt. Die von dem Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde eingedampft, mit kohlensaurem Baryt versetzt und auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand mit absolutem Alkohol ausgezogen, filtrirt und das alkoholische Filtrat auf dem Wasserbade verdampft: der Alkohol hatte keinen Harnstoff aufgenommen. Aus diesem Versuche geht also hervor, dass unter diesen Umständen kein Harnstoff aus Glycocoll entsteht.

Um die gebildeten Oxydationsproducte kennen zu lernen, wurde folgender Versuch angestellt. Glycocoll wurde wiederum in Ammoniak gelöst und mit übermangansaurem Ammon oxydirt; die Flüssigkeit erwärmt sich während der Reaction, jedoch entwickelt sich kein Gas. Nach beendigter Einwirkung (die Flüssigkeit war schwach röthlich gefärbt) wurde abfiltrirt, mit einer Lösung von salpetersaurem Kalk versetzt und nach einiger Zeit



von dem entstandenen Niederschlage abfiltrirt. Dieser erwies sich als ein Gemenge von kohlensaurem und oxalsaurem Kalk. Das Filtrat von demselben zum Kochen erhitzt schied noch mehr kohlensauren und oxalsauren Kalk aus. Als Producte der Oxydation des Glycocolls waren also entstanden: Kohlensäure, Oxalsäure, Carbaminsäure, Oxaminsäure und Wasser.

Zunächst handelte es sich nun darum, zu untersuchen, welche der genannten Verbindungen mit salpetersaurem Quecksilberoxyd den vorhin erwähnten weissen Niederschlag zu erzeugen vermöchte. Zu diesem Zwecke wurden 2 grm. Glycocoll in wässrigem Ammoniak gelöst und eine Lösung von übermangansaurem Ammon hinzugefügt, welche durch Zersetzung von 12 grm. übermangansauren Silberoxyds mit 3 grm. Salmiak erhalten worden war; diese Gewichtsmengen entsprechen sehr annähernd folgender Gleichung:

$$C_2 H_5 N O_2 + 2 Mn O_4 . N H_4 = C N_2 H_4 O + CO_3 . H . NH_4 + 2 H_2 O + 2 Mn O_2.$$

Die Mischung erwärmte sich stark, es fand vollständige Reduction statt. Der Niederschlag wurde abfiltrirt und das Filtrat eingedampft; aus der Flüssigkeit schied sich ein wenig eines krystallinischen Silbersalzes ab, nach dessen Entfernung das klare Filtrat mit salpetersaurem Quecksilberoxyd gefällt wurde. Der entstandene Niederschlag wurde nach dem völligen Auswaschen durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die Lösung abfiltrirt und auf dem Wasserbade eingedampft, wobei ein krystallinischer Rückstand blieb. Die Lösung desselben mit Barytwasser gekocht entwickelte Ammoniak und schied oxalsauren Baryt aus; die fragliche Substanz war also Oxaminsäure. Der Rest derselben wurde mit kohlensaurem Baryt auf dem Wasserbade eingedampft und mit Alkohol ausgezogen, dieser nahm jedoch keinen Harnstoff auf.

Aus den mitgetheilten Versuchen geht hervor, dass aus Glycocoll durch Oxydation mittelst Uebermangansäure, selbst bei Gegenwart von viel überschüssigem Ammoniak, Harnstoff nicht gebildet wird. Was die aufgeführten Oxydationsproducte anlangt, so ist die Oxaminsäure bereits von *Engel*[1]) nachgewiesen, dagegen das Auftreten von Carbaminsäure noch nicht beobachtet

---

1) Compt. rend. t. LXXIX, 808. —

worden. Diese Säure steht in allernächster Beziehung zum Harnstoff; dieser ist das Amid derselben:

$$NH_2 . CO . OH \quad — \quad NH_2 . CO . NH_2$$

Carbaminsäure — Carbaminsäureamid oder Harnstoff.

Bisher war nur eine Entstehungsweise dieser Säure bekannt, nämlich durch Einwirkung von Kohlensäure auf Ammoniak. Lässt man beide Gase in absolutem Alkohol zusammentreten, so vereinigen sie sich zu carbaminsaurem Ammon, und nach *Kolbe*[1]. soll sich dieses Salz auch bilden beim Einleiten von Kohlensäure in wässriges Ammoniak. Hier schien eine neue Bildungsweise vorzuliegen, insofern die Carbaminsäure unter den Oxydationsproducten des Glycocolls auftrat, und es handelte sich zunächst darum, festzustellen, ob die genannte Säure ein wirkliches directes und unmittelbares Oxydationsproduct sei oder ob sie ihre Entstehung nur einem secundären Processe, nämlich der gegenseitigen Einwirkung von Kohlensäure und Ammoniak im Entstehungszustande verdanke.

Zur Entscheidung dieser Frage seien noch folgende Versuche angeführt.

Glycocoll wurde in wässriger Lösung mit soviel einer Lösung von übermangansaurem Kali versetzt, dass etwa die Hälfte oxydirt wurde; nach beendigter Reaction wurde die klare Flüssigkeit abfiltrirt, in einem Stöpselcylinder mit etwas frisch bereiteter Kalkmilch versetzt und mit Chlorcalcium gefällt. Nachdem sich der Niederschlag abgesetzt hatte, wurde wiederum filtrirt und die Gegenwart der Carbaminsäure, sowie die Abwesenheit des Ammoniaks durch folgende Versuche erwiesen:

die Flüssigkeit in einer sehr langhalsigen kleinen Retorte zum Sieden erhitzt trübt sich stark durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk; die während des Kochens entweichenden Dämpfe bläuen stark Lakmus; —

ein Stöpselcylinder wurde bis zum Halse mit der Lösung gefüllt und luftdicht verschlossen; am folgenden Tage hatten sich an den Wandungen lauter kleine Kryställchen von kohlensaurem Kalk angesetzt, während die Flüssigkeit mit Kalilauge versetzt und filtrirt mit dem *Nessler*'schen Reagens eine stark gelbbraune Fällung gab; —

---

1) Chem. Wörterbuch, Suppl. pag. 157. —

die Flüssigkeit unmittelbar mit Kalilauge versetzt gab einen weissen Niederschlag, das Filtrat von diesem mit *Nessler*'schem Reagens keine Reaction in der Kälte, beim Kochen aber trat sofort gelbbraune Fällung ein; wurde die Flüssigkeit zuerst einmal aufgekocht und dann mit Kalilauge und *Nessler*'schem Reagens versetzt, so entstand sofort ein starker hellbrauner Niederschlag. —

Bei diesem Versuche war also Carbaminsäure entstanden, trotzdem dass von Anfang an kein Ammoniak zugegen war; Ammoniak wurde ferner während des Processes auch nicht gebildet, oder es wäre wieder vollständig zur Bildung von Carbaminsäure verwandt worden. Da nun nachweislich auch Oxaminsäure durch Oxydation aus Glycocoll entsteht, und man sich die Carbaminsäure recht wohl durch weitere Oxydation aus jener gebildet denken kann:

$$\begin{matrix} CO\ .\ NH_2 \\ | \\ CO\ .\ OH \end{matrix} + O = CO_2 + NH_2\ .\ CO\ .\ OH$$

so ist wohl der Schluss gerechtfertigt, dass die Carbaminsäure wirklich als ein Oxydationsproduct des Glycocolls aufzufassen sei. Um aber über die Bedingungen, unter denen sich Carbaminsäure bei Oxydationsprocessen bilden kann, völlig ins Klare zu kommen, erübrigte nur noch, eine stickstofffreie Substanz in ammoniakalischer Lösung zu verbrennen; ich wählte hierzu der Einfachheit halber die Ameisensäure. Ameisensaures Natron wurde in kohlensäurefreiem Ammoniak aufgelöst und hierauf so lange übermangansaures Kali hinzugefügt, bis die Flüssigkeit schwach rosa gefärbt erschien; nach dem Filtriren wurde sie auf die schon beschriebene Art und Weise auf Carbaminsäure geprüft und es fand sich, dass letztere in ziemlicher Menge gebildet worden war. Beiläufig möchte ich an dieser Stelle erwähnen, dass die Versuche mit Leucin und Tyrosin zu denselben Ergebnissen führten wie die mit Glycocoll angestellten, immer fand sich unter den Oxydationsproducten Carbaminsäure.

Aus den vorstehend mitgetheilten Versuchen geht unzweifelhaft hervor, dass sich Carbaminsäure überall da bildet, wo stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen in alkalischer Lösung verbrannt werden, oder noch allgemeiner ausgedrückt, wo überhaupt Kohlen-



säure und Ammoniak im Entstehungszustande zusammentreffen. Ein solcher Ort aber, wo diesen Bedingungen Genüge geleistet wird, ist der Organismus: hier werden fortwährend stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen in alkalischen Flüssigkeiten verbrannt, hier ist Kohlensäure und auch Ammoniak im Entstehungszustande gegeben; ja, letzteres kömmt eben deshalb nicht zur Erscheinung, weil es vermuthlich vollständig zur Bildung von Carbaminsäure verwendet wird. Waren diese Vermuthungen und Schlüsse richtig, so war Aussicht vorhanden, Carbaminsäure im Serum des Blutes nachzuweisen [1]; ich habe zu diesem Zwecke mehrere Versuche mit Hundeblutserum angestellt und bin dabei folgendermassen verfahren.

Das farblose, klare, centrifugirte Serum wurde zunächst mit dem dreifachen Volum käuflichen absoluten Alkohols gefällt; man nimmt am besten eine grössere Quantität, etwa 150—200 CC. auf einmal in Arbeit. Man filtrirt vom ausgeschiedenen Eiweiss ab und versetzt die alkoholische Flüssigkeit mit einer ziemlich concentrirten wässrigen Lösung von Chlorcalcium; es entsteht zunächst eine geringe Trübung, welche sich schnell zu grossen Flocken zusammenballt und absetzt. Dieser Niederschlag, welcher albuminoide Körper enthält, wird abfiltrirt und die Flüssigkeit mit soviel einer reinen wässrigen Kalilauge (von 20 %) versetzt, bis die Reaction deutlich alkalisch ist; unter diesen Umständen entsteht ein voluminöser kleisterähnlicher Niederschlag, welcher Kalkhydrat, etwas kohlensauren und carbaminsauren Kalk enthält, letzteren vielleicht als basisches Salz:

$$NH_2 . CO . O . Ca . OH,$$

und etwas Extractivstoff. Man filtrirt ihn ab, wäscht ihn einmal mit absolutem Alkohol, presst ihn möglichst zwischen Fliesspapier ab und trocknet ihn über Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur. Der ganz trockne Niederschlag wird nun fein gerieben und in einem luftdicht verschlossenen Gefässe einige Zeit mit destillirtem Wasser geschüttelt; man lässt absitzen und bringt die klar filtrirte Flüssigkeit in eine mit Wasserstoffgas gefüllte Retorte, wobei man sich zweckmässig folgender kleinen

1) Bekanntlich hat auch *Schultzen* die Vermuthung ausgesprochen, dass Carbaminsäure im Organismus gebildet werde, und *E. Salkowski* die Taurocarbaminsäure im Harn nach Genuss von Taurin gefunden (Ber. deutsch. chem. Gesellsch. VI, 744). —

Vorrichtung bedient: An eine mit einem Hahn versehene Trichterröhre löthet man unterhalb des Hahnes seitlich eine Gasleitungsröhre an und setzt das Ganze in den Tubulus der Retorte ein; die Flüssigkeit filtrirt man zweckmässig direct in den Trichter, während man die Retorte mit Wasserstoffgas füllt, und ist dies geschehen, so öffnet man den Hahn und die Flüssigkeit fliesst in die Retorte, ohne dass Luft mit hineingelangt.

Nachdem die Flüssigkeit in die Retorte gefüllt ist, wird sie allmählig zum Sieden erhitzt, wobei der entweichende Gasstrom durch verdünnte reine Salzsäure streichen muss; letztere wurde nach viertelstündigem. Sieden gewechselt. Schon bevor die Flüssigkeit ins Kochen geräth, trübt sie sich und während des Siedens bildet sich stets ein Niederschlag in grösserer oder geringerer Menge; nach halbstündigem Kochen wurde der Versuch unterbrochen, und im Wasserstoffstrom erkalten gelassen. Der Niederschlag wurde nach dem Absitzenlassen und Decantiren der überstehenden Flüssigkeit in ein Probirröhrchen gebracht, schnell etwas erwärmt und ein Tropfen conc. Salzsäure hinzugefügt: er löste sich unter schwachem Aufbrausen. Der an der inneren Wandung der Retorte sitzen gebliebene Antheil des Niederschlages wurde rasch mit Wasser abgespült, soviel als möglich abtropfen gelassen und ebenfalls mit einem Tropfen concentrirter Salzsäure geprüft, auch hier fand Lösung unter schwachem, aber vollkommen deutlichem Aufbrausen statt. Zu bemerken ist noch, dass dieser an der Retortenwandung festsitzende Theil des Niederschlages deutlich krystallinisch erschien. In der vorgeschlagenen Salzsäure liess sich leicht nach Uebersättigen mit Kalilauge durch *Nessler*'sches Reagens Ammoniak nachweisen und zwar in der ersten Parthie immer viel mehr als in der zweiten, welche nur Spuren davon enthielt.

Durch die mitgetheilten Versuche, welche nicht nur einmal, sondern mehrere Male angestellt wurden und mit Ausnahme eines einzigen zweifelhaften stets dasselbe positive Resultat ergeben haben, ist mit voller Sicherheit nachgewiesen, dass im Serum des Hundeblutes Carbaminsäure, resp. ein Salz derselben vorkömmt. Ich habe mich durch einen besonderen Versuch überzeugt, dass eine verdünnte Lösung von reinem carbaminsaurem Ammon mit 3 Vol. Alkohol und etwas Chlorcalcium versetzt ganz klar bleibt, dass aber der gelatinöse Niederschlag, welcher durch Kalilauge in dieser Flüssigkeit erzeugt wird, nach



dem Waschen und Trocknen, überhaupt auf dieselbe Art und Weise untersucht, wie oben für den Niederschlag aus Serum angegeben wurde, ebenfalls die Reactionen der Carbaminsäure zeigt, beim Kochen seiner Lösung scheidet sich kohlensaurer Kalk aus unter Entweichen von Ammoniak. Eine Verwechselung eines anderen Körpers mit Carbaminsäure ist nicht möglich; Harnstoff wird unter den obwaltenden Umständen nicht gefällt, auch Cyansäure ist ausgeschlossen, denn als eine Portion des feingeriebenen Niederschlags in eine Lösung von schwefelsaurem Ammon eingetragen und einige Zeit mit dieser erhitzt wurde, konnte im Filtrat durch Neutralisiren mit Schwefelsäure, Abdampfen auf dem Wasserbade, Ausziehen mit Alkohol, Filtriren und Abdampfen der alkoholischen Flüssigkeit kein Harnstoff nachgewiesen werden; der Rückstand war nur ein wenig mit einer Spur organischer Substanz verunreinigtes Ammonsalz.

Die Thatsache, dass Carbaminsäure sich überall bildet, wo Kohlensäure und Ammoniak im Entstehungszustande zusammentreffen, sowie dass diese Säure sich im Blute findet, ist wohl geeignet, ein neues Licht auf die Bildung des Harnstoffes im thierischen Organismus zu werfen. Aus carbaminsauren Salzen hat man schon mehrfach Harnstoff dargestellt, so *Basarow*[1]) durch einfaches Erhitzen des carbaminsauren Ammons in einer zugeschmolzenen Röhre auf 130—140° C., ferner habe ich[2]) nachgewiesen, dass bei der Einwirkung von Wasser auf Natriumcyamid bei ca. 150° C. das zunächst gebildete carbaminsaure Natron zerfällt in Harnstoff und kohlensaures Natron:

$$2\,NH_2\,.\,CO\,.\,O\,Na = CO\begin{cases} NH_2 \\ NH_2 \end{cases} + CO\begin{cases} O\,Na \\ O\,Na \end{cases},$$

es liegt also der Schluss nahe, es möchte das im Serum vorhandene carbaminsaure Salz im lebenden Organismus eine ähnliche Zersetzung erleiden, etwa durch ein Ferment. Unter dieser Annahme würde sich für die Entstehung des Harnstoffes im Thierkörper folgender Weg ergeben: Zersetzung der albuminoiden Körper in die längst gekannten Producte: Leucin, Tyrosin, Glycocoll, Ammoniak u. s. w. Diese liefern bei der Oxydation direct und indirect Carbaminsäure, welche mit dem vorhandenen

1) Ann. Chem. Pharm. CXLVI, 142. —
2) Journ. f. pr. Chem. [2], XI, 329. —

Natron in Verbindung tritt. Das entstandene carbaminsaure Salz aber zerfällt dann unter dem Einfluss irgend eines Fermentes in Harnstoff und kohlensaures Salz. Ich bin noch mit Versuchen beschäftigt, um diese Zersetzung thatsächlich nachzuweisen und behalte mir spätere Mittheilungen hierüber vor.

Leipzig, den 20. Juli 1875.

Beiträge zur Anatomie der Cutis des Hundes.

Von

W. Stirling.

Mit zwei Tafeln in Farbendruck.

Durch die Untersuchungen von *Emminghaus*, welcher die in der Haut gebildete Lymphe unmittelbar aufgefangen hatte, war es möglich geworden, von den Bedingungen, die an der Bildung dieses Saftes betheiligt sind, genauere Vorstellungen zu gewinnen. Den Annahmen, durch welche sich die von ihm beobachteten Erscheinungen erklären liessen, musste indess so lange noch ein gewisser Grad von Unsicherheit anhaften, als es uns an einer genaueren Kenntniss der Bahnen fehlte, welche die aus den Blutgefässen ausgetretene Flüssigkeit zu nehmen hat, um von dem Orte ihres Ursprungs an in die Lymphgefässe zu gelangen. Die Ausfüllung dieser Lücke liess sich nur durch eine erneute, auf diesen Punkt gerichtete anatomische Untersuchung der Haut anbahnen, welche mit der bestimmten Absicht unternommen wurde, um auf die gewonnene Einsicht neue entscheidende Versuche zu bauen.

Dass zu diesem Zwecke die anatomischen Anschauungen nicht ausreichen, welche uns durch die ausgezeichneten Arbeiten von *Rollet, Langer* und *Tomsa* zu Theil geworden sind, liegt darin, weil in diesen vorzugsweise nur die Eigenschaften der Cutis berücksichtigt worden sind, durch welche sie zur elastischen Umhüllung des Rumpfs und der Gliedmaassen befähigt wird. Zudem beziehen sich dieselben auch vorzugsweise auf die Haut des Menschen; da nun aber der physiologische Versuch auf diejenige des Hundes angewiesen ist, so musste zum Mindesten geprüft werden, in wie weit der Bau der menschlichen Haut mit dem der Hunde-Cutis übereinstimmt.

Als ich nun unter dem Beistande des Herrn Prof. *C. Ludwig* die Zergliederung der Hundehaut begann, zeigte es sich sogleich, dass das Schema derselben wesentlich anders zu fassen war, als man es nach den Angaben von *Tomsa* über die menschliche Haut der Analogie gemäss zu erwarten hatte. Zugleich aber stellten sich der Richtung, welche ich meinen Beobachtungen zu geben wünschte, grosse, zum Theil unüberwindbare Schwierigkeiten entgegen, deren wesentlichste darin bestand, dass es mir nicht gelingen wollte, in der Cutis des Hundes die geschlossenen Lymphbahnen darzustellen, welche sich in derjenigen des Menschen unter Anwendung der richtigen Hilfsmittel so sicher gewinnen lassen.

Aus diesem Grunde ist das Ergebniss meiner Untersuchung weit von dem gewünschten Ziele entfernt geblieben. Trotzdem hoffe ich auch in dem Unvollständigen, welches ich bringe, nicht ganz Wertbloses mitzutheilen.

Um den wahren Zusammenhang der Formelemente dem Mikroskope zugänglich zu machen, war es vor Allem nöthig, die Haut in einen Zustand von Quellung und Weichheit zu bringen, vermöge deren sie in allen Richtungen mit Leichtigkeit durchschnitten werden kann und in einen Grad von Durchsichtigkeit, der auch verhältnissmässig dicke Schnitte erfolgreich zu betrachten erlaubt.

Von allen Methoden, die uns für diese Zwecke zu Gebote stehen, eignet sich nach meinen Erfahrungen keine besser als die folgende. Ueber einen starken Glasring, wie er aus Röhren von 20 bis 30 mm Durchmesser leicht herzustellen ist, wird ein ausgeschnittenes Stück der rasirten Haut im ausgespannten Zustand festgebunden. So vorbereitet wird die Haut in einen künstlichen Magensaft versenkt, der aus 0.2prozentiger Salzsäure und einem sorgfältig bereiteten Glycerinpepsin besteht. Die Temperatur dieser Lösung wird in der Zeit, während welcher das Hautstück in ihr liegt, constant auf 38 bis 40° C. erhalten.

Die Veränderungen, welche die Haut durch den künstlichen Magensaft erfährt, bestehen wie bekannt der Reihe nach in einer Quellung mit darauf folgender Auflösung des collagenen Gewebes, der noch nicht verhornten Zellkörper, der Nerven, und endlich sogar in einer Verflüssigung des grösseren Theils der elastischen Gebilde. Obwohl dieselben Veränderungen auch die Salzsäure für sich allein hervorrufen kann, so ist es doch vortheilhafter



sich des Verdauungsgemisches zu bedienen, weil es die genannten Wirkungen bei einer niedrigeren Temperatur oder einem weit schwächeren Säuregehalt hervorruft. In Folge hiervon schreitet die Umwandlung des Gewebes langsamer fort, so dass man unschwer den Auflösungsprozess auf jeder beliebigen Stufe unterbrechen kann. Da der künstliche Magensaft während seiner Arbeit allmählig unwirksam wird, so erneuerte ich in der Regel nach dem Verlauf von zwei Stunden die Flüssigkeit.

Nach einem ein- bis zweimaligen Wechsel des Saftes, also nachdem das Hautstück vier bis sechs Stunden der Verdauung anheim gegeben, war dasselbe meistens zur weitern Behandlung genügend vorbereitet. Diese besteht nun darin, dass man die Verdauungsflüssigkeit mit kaltem Wasser abspült und das immer noch aufgebundene Hautstück 24 Stunden hindurch in destillirtem Wasser liegen lässt. Während seines Aufenthaltes in dem Wasser quillt dasselbe um das 4 bis 6fache und zwar nur nach seiner Dicke auf, da es sich wegen der Befestigung seiner Ränder auf der Glasröhre nach seiner Fläche nicht ausdehnen kann. Aus einem solchen Stücke, welches nun etwa den Härtegrad und die Steifigkeit eines zarten Apfels erreicht hat, lassen sich nach allen Richtungen hin, ohne Verwirrung der natürlichen Verbindungen, mit Leichtigkeit Schnitte von beliebiger Feinheit anfertigen und diese erweisen sich selbst bei einer Dicke von einem Millimeter noch äusserst durchsichtig. Es darf hier die Bemerkung nicht unterbleiben, dass die Haut des Hundes weit leichter verdaulich als die des Menschen ist.

Die Schnitte können nachträglich mit Carmin und Haematoxylin gefärbt und ohne eine Schrumpfung zu erleiden, in chromsaurem Kali gehärtet werden, kurz, sie ertragen noch alle dem Mikroskopiker geläufige Behandlungsweisen.

Mit gleichem Vortheile wie die unveränderte lässt sich auch die Haut, deren Blutgefässe injicirt sind, der Verdauung unterwerfen. Das Verfahren, nach welchem ich die Gefässe injicirte, will ich noch kurz beschreiben, weil es mir auf fast unfehlbare Weise Injectionen von einer Vollständigkeit verschafft hat, wie sie mit den gewöhnlichen Mitteln nur unter besonders günstigen Umständen zu erreichen sind. Als Injectionsflüssigkeit diente mir eine klare wässerige Lösung von Berlinerblau. Die Orte, welche ich injicirte, waren die Extremitäten, der Druck, unter welchem die Flüssigkeit eindrang, war ein constanter, zwischen je 100 bis



200 mm Quecksilber. An dem Gliede, welches eingespritzt werden sollte, setzte man die Canüle in den grossen Arterienstamm; nachdem dieselbe eingefügt war, umschnürte man unmittelbar hinter derselben das Glied mit einem starken Messingbande, das aus zwei umeinander gewundenen Drähten hergestellt ist. Dieses Band zieht man mit Hilfe einer starken und langen Drahtzange, wie sie von den Gasschlossern zum Verschrauben der Röhren gebraucht wird, so fest als möglich zusammen; auf diesen Verschluss ist die grösste Sorgfalt zu verwenden, da von seiner Vollständigkeit das Gelingen der Füllung abhängt. Nachdem das Band angelegt ist, lässt man die Farbe in die Arterien-Canüle einfliessen und zwar so lange, als überhaupt unter dem angegebenen Drucke noch ein Einströmen geschieht. Mit abnehmender Geschwindigkeit dauert dieses letztere gewöhnlich viele Stunden hindurch. Während dieser Zeit kann man in ein Stück, das aus dem halben Ober-, dem Unterschenkel und der Pfote besteht, mehrere Hundert Cubik-Centim. Flüssigkeit eintreiben, so dass hierdurch das Glied mächtig aufschwillt. Die Vertheilung, welche die Bestandtheile der Flüssigkeit innerhalb des Gliedes erfahren, gestaltet sich so, dass sich alle Farbstoffmassen innerhalb der Gefässe niederschlagen, in Folge dessen sie vollgepfropft von blauen Körnchen erscheinen; das Wasser aber tritt durch die Gefässwand in das Bindegewebe, erzeugt dort ein bedeutendes Oedem und fliesst öfter in feinen Tröpfchen durch die Epidermis ab.

Ich gehe nun zur Darstellung dessen über, was mir aus meinen Beobachtungen mittheilenswerth erscheint.

1. Das Lagenverhältniss der elastischen Fasern und der Bindegewebszellen zu den collagenen Bündeln. — Auf einer Schnittfläche, die senkrecht gegen die freie Ebene der Cutis geführt ist (Fig. 1), sieht man den Raum, welcher zwischen den Haarbälgen, Fett- und Schweissdrüsen übrig bleibt, durch ein elastisches Netz und eine grosse Zahl eingestreuter Zellen ausgefüllt. Die Maschen dieses Netzes sind von bogenförmigen Fasern begrenzt, die eine ungleiche Stärke besitzen. Die stärksten elastischen Bänder laufen in grössern Abständen von einander, und von ihnen zweigen sich zartere ab, wodurch die grösseren Räume, welche zwischen den starken Fasern übrig bleiben, in immer feinere zergliedert werden. Die grösste Summe der starken Bänder findet sich in der Mitte der Cutis; verfolgt man dieselben



in dem Raume zwischen zwei Haarbälgen gegen die Oberfläche dieser letztern, so sieht man sie meist aus einer Fläche hervorgehen, welche den Haarbalg umhüllt, woraus dann zu schliessen, dass der letztere von einem aus elastischem Netzwerk gebildeten Korbe überzogen ist. Von dieser Umkleidung des Haarbalgs, und zwar wie es scheint von je einem Haarbüschel nur einer, erstreckt sich eine starke elastische Faserung in der Richtung des sog. erector pili, die sich bei ihrem Verlaufe gegen die freie Hautfläche allmählig in Zweige vertheilt, welche sich unmittelbar in die Elemente des elastischen Netzwerks fortsetzen, das die Cutis aller Orten durchzieht. Da auf einem Schnitte, wie ihn Fig. 1 wiedergiebt, die Maschen ausgedehnt bleiben, so muss das Zusammenfallen ihrer Grenzfäden durch eine eingelagerte Masse verhindert sein; daraus folgt, dass die Bindegewebsbündel, welche dieselben ausfüllen, an einem solchen Präparate nicht vollkommen aufgelöst, sondern nur bis zu einem sehr hohen Durchsichtigkeitsgrade gequollen sind.

Zu dem ebengeschilderten Schnitte tritt ergänzend der in Fig. 2 abgebildete, welcher nach der Fläche der Cutis geführt ist. Er gehörte einem Hautstück an, das der Verdauung weniger lange als das vorhergehende ausgesetzt war. — Der Raum zwischen den Haarbüscheln ist hier wiederum ausgefüllt durch Faserungen und eingestreute Zellen. In den ersteren unterscheidet man nun durch bekannte Kennzeichen die elastischen von den collagenen Fasern. Während jene sich über die ganze Fläche, soweit sie nicht von den Haaren eingenommen ist, netzförmig verbreiten, stellen diese gradlinige Züge dar, die sich in den Räumen zwischen den Haarbalgbündeln mannigfach kreuzen. Die Ebene dieser Kreuzungen liegt zum überwiegenden Grade mit der Oberfläche der Cutis parallel, wie dieses daraus erhellt, dass man auf den verschiedenen Flachschnitten die durch die Dicke der Haut gelegt wurden, keine collagenen Fasern sieht, die senkrecht auf ihre Zugrichtung durchschnitten sind. Dieses Verhalten steht mit den Angaben in Widerspruch, welche über den Bau der menschlichen Cutis vorliegen; denn während man diese aus collagenen Bündeln gewebt sein lässt, die schräg von unten nach oben aus dem lockeren Unterhautgewebe gegen das Epidermislager emporsteigen, erscheint die Cutis des Hundes, analog der Cornea, aus vielfachen Schichten übereinandergelegter

Geflechte gebildet, die in ihrer Lage durch die dazwischen gesponnenen elastischen Fäden gehalten werden.

Die ursprüngliche Form der Zellen, welche im Stroma der Cutis zerstreut vorkommen — die also ihrer Lage nach keinen Falls den Oberhäuten, den Drüsen, den Nervenscheiden oder den Blutgefässen zuzurechnen sind — ist zwar in Folge ihrer Behandlung mit Magensaft wesentlich verändert, immerhin aber prägen sich in der Gestalt der vorhandenen Kerne zwei Arten derselben aus. Die eine derselben zeigt rundliche, die andere spindelförmige Kerne. Die Zellen mit runden Kernen sind viel seltener als die andern, und wesentlich nur an den Orten vertreten, die reichlich mit Blutgefässen versehen sind. Demgemäss sind sie zahlreich vorhanden in der Oberfläche der Cutis, auf welcher die Epidermis sitzt, hier finden sie sich namentlich nach dem Verlaufe der Capillargefässe hingelegt, siehe Fig. 5. Noch reichlicher als auf der ebengenannten Fläche kommen sie im Unterhautbindegewebe und hier auch viel weiter verbreitet vor. Fig. 6. Da die Kerne denjenigen der Lymphzellen sehr ähnlich sehen und da im Unterhautbindegewebe reiche Netze von Lymphgefässen leicht darstellbar sind, so wird man kaum einen Irrthum begehen, wenn man die grosse Zahl jener runden Kerne mit dem Inhalt der Lymphgefässe in Verbindung bringt.

Von den Zellen mit spindelförmigen Kernen ist bei einer selbst sehr fortgeschrittenen Verdauung ausser diesen auch noch ein Theil der Zellplatte erhalten, die demnach ähnlich wie der elastische und der Hornstoff der auflösenden Wirkung des Magensaftes einen bedeutenden Widerstand entgegen setzt. Diesem Umstande wird es auch zu verdanken sein, dass an Präparaten, deren collagenes Gewebe vollständig verschwunden ist, sich viele dieser Zellen noch in ihrer normalen Lage befinden. Sie belegen, wenn die Verdauung den genannten Grad erreicht hat, die stärkeren Zweige des elastischen Netzes oft in zusammenhängenden Schichten. War die Verdauung weniger weit fortgeschritten, so dass noch merkliche Reste der collagenen Faserung sichtbar sind, so treten sie nun auch zwischen dieser auf, wobei die längste Achse des spindelförmigen Kernes in der Richtung des Faserzuges verläuft. Sonach werden diese Zellen zu der Gattung gehören, die *Schweigger-Seidel* an den Faserzügen der Hornhaut und *Ranvier* an denjenigen der Sehnen beschrieben hat.

Durch die beschriebene anatomische Einrichtung scheint es mir verständlich, warum die Haut, trotzdem dass ihre Faserung mit derjenigen des unterliegenden Bindegewebes zusammenhängt, eine von diesem ganz unabhängige und dazu eine so mannigfach veränderliche Spannung annehmen kann. Da die collagenen Bündel in wässerigen Lösungen weit mehr aufquellen, als die elastischen Faserungen, von denen sie umgriffen werden, so müssen sie, je nach der Menge und der Zusammensetzung der umspülenden Flüssigkeit den letztern eine mehr oder weniger grosse, jedenfalls aber eine merkliche Spannung ertheilen. Denn es widersetzen sich die elastischen dem Ausdehnungsbestreben der collagenen Fasern. — Ausser der in ihre Stoffe imbibirten ist auch noch die Flüssigkeit auf andere Art in der Haut enthalten. Dieses ergiebt sich aus der allgemein bekannten Erfahrung, dass man aus der Cutis Flüssigkeit durch Drücke austreiben kann, die weitaus nicht hinreichen, um das in ihre Stoffe selbst imbibirte Wasser auszupressen. Ein Raum für diesen Flüssigkeitsantheil der Haut ist in den Spalten gegeben, welche zwischen den unebenen Formbestandtheilen um so sicherer entstehen müssen, als jeder derselben vermöge seiner Elasticität seine eigenthümliche Gestalt aufrecht zu erhalten bestrebt ist, und sie auch wieder annimmt, wenn sie durch äussere Kräfte um dieselbe gebracht war.

Da hier der Punkt liegt, an welchem die Lehre von der Saftbewegung durch die Cutis zuerst einzusetzen hat, so wird eine genauere Verfolgung der hier nur qualitativ geschilderten Verhältnisse in Zukunft geschehen müssen.

2. Die Verbreitung der Blutgefässe. Aus einem mit Berlinerblau injicirten und der Verdauung ausgesetzt gewesenen Hautstück lässt sich ohne grosse Schwierigkeit ein Präparat gewinnen, wie es Fig. 3 abbildet. Selbstverständlich erscheinen an letzterem auch die Arterien in blauer Farbe. Zur Unterscheidung derselben von den Venen ist man vorzugsweise auf die Verfolgung der kleinsten Aeste bis zu den Stämmchen in das Unterhautbindegewebe angewiesen, da dieselben kurz nach ihrem Eintritt in die Cutis schon die Muskelringe einbüssen, welche an andern Orten den Stämmchen bis zur Auflösung in Capillaren eigen zu sein pflegen. — Der Verlauf der Gefässe ist nun folgender.

Aus den Arterienstämmchen des Unterhautbindegewebes *(A)*



erheben sich feine Aestchen, die in der Mitte zwischen je vier (in dem Durchschnitt zwischen je zwei) Haarbüscheln emporlaufen. Von diesen Aestchen zweigen sich andere noch feinere ab, von denen je eins *(a)* zu der Fetttraube und dem stumpfen Ende der Schweissdrüse, ein zweites *(b)* zum Haarbalg, ein drittes *(c)* zu der Fettdrüse desselben verläuft, das in der Regel auch Ausläufer zum erector des Haares schickt; die Reste des aufsteigenden Arterienzweiges *(d, d)* begeben sich bis zu der Oberfläche der Cutis, bezw. zu dem Boden der Epidermis. Jeder dieser Zweige löst sich in Capillaren auf, aus denen sich je eine Vene sammelt, welche neben der entsprechenden Arterie bis zu deren Ursprunge herabläuft. Die Vertheilung, welche den Blutgefässen in der Hundehaut zukommt, entspricht also im Wesentlichen derjenigen, die seit den Untersuchungen von *Tomsa* auch im Bereiche der menschlichen Haut bekannt ist, denn es fehlen auch in unserem Objecte den Bindegewebsmassen, welche zwischen das Fett, die Muskeln und Drüsen eingeschoben sind, die capillaren Gefässe vollständig. An den mit künstlichem Magensaft behandelten Hautstücken tritt der Mangel der Blutcapillaren innerhalb des Bindegewebes besonders deutlich hervor, weil die Bindegewebsmassen einen so hohen Quellungsgrad besitzen.

An der mit künstlichem Magensaft behandelten Haut des Hundes habe ich über die Structuren einiger Formbestandtheile derselben Erfahrungen gesammelt, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen möchte.

3. Die Schweissdrüsen der Hundehaut sind sehr zahlreich vorhanden. — Zwischen jedem Haarbüschel trifft man mindestens eine dieser Drüsen an. Sie beginnen noch innerhalb der Fetttrauben, die unter den Haarwurzeln liegen, auf die gewöhnliche Weise. Aus dem Knäuel geht ein gewundener Schlauch hervor, der sich in einen langen Hals verjüngt, welcher dann schliesslich mit einer kleinen Erweiterung, dem Trichter, in einen Haarbalg mündet. Fig. 1 *b*. — Der Ort, an welchem die Schweissdrüse in den Haarbalg übergeht, ist, wie schon *Chodakowski* [1]) richtig angiebt, oberhalb der Oeffnung der Fettdrüse, also immer noch in einer merklichen Entfernung von dem Austritte des Haares auf der Cutisoberfläche gelegen. Von den Haarbälgen, welche bündelweise angeordnet liegen, verschmelzen be-

[1]) Ueber die Hautdrüsen einiger Säugethiere, Dorpat 1871.



kanntlich mehrere, bevor sie sich auf der Cutisoberfläche öffnen; die Schweissdrüse begiebt sich in das mehreren Haaren gemeinsame Balgstück!

Obwohl demnach die Haut des Hundes weit weniger Schweissdrüsen als Haare trägt, so ist sie doch, wie schon oben bemerkt, keineswegs arm daran. — Ihrer Structur nach unterscheidet sich die Schweissdrüse des Hundes in einem wichtigen Punkte von der des Menschen.

Nach den Beobachtungen *Heynold's* setzt sich die tunica propria der menschlichen Drüse aus einer mehrfachen Schicht von flachen Zellen zusammen, auf welche nach innen die Epithelien des Schlauches folgen. Beim Hunde beginnt die Wand des letztern von aussen nach innen hin ebenfalls mit einer Lage platter Zellen, aber diese stösst nicht unmittelbar an das Epithelium, sondern sie ist von ihm durch eine überall gleich starke Schicht eines durchaus homogenen Stoffes getrennt. Fig. 7. *A*. Diese Schicht ist von einem so festen Gefüge, dass sie sich als eine homogene Haut auch dann noch behauptet, wenn selbst die Verdauung so weit fortgeschritten ist, dass die im Innern des Rohrs gelegenen Zellen zu einer formlosen Masse verschmolzen sind, Fig. 7. *B*.

Da die verdünnte Salzsäure viele Bestandtheile der Haut durch Quellung vergrössert, so wäre es denkbar, dass dasselbe mit der membrana propria der Schweissdrüse geschehen wäre. Aber auch bei einer weit geringeren Dicke würde eine homogene Haut, welche die Höhle der Drüse von der Umgebung abschliesst, für ein Organ von Bedeutung sein, dessen Function im Wesentlichen auf dem unter Umständen raschen Durchgang von wässerigen Lösungen beruht.

4. Ueber die Structur des erector pili gewinnt man an der verdauten Haut deutlichen Aufschluss. Der Strang, welchen man als Aufrichtemuskel des Haares beschreibt, besteht in meinen Präparaten aus einem starken Zug von elastischen Fasern, in welche eine grössere Zahl von Muskelzellen eingesprengt ist. Die elastischen Fasern nehmen ihren Ursprung aus der gleichnamigen Umhüllung des Haarbalges. Von diesem aus steigen sie als eine festgeschlossene Faserung in bekannter Weise gegen die freie Oberfläche der Cutis; bevor sie jedoch dieselbe erreicht haben, löst sich das Bündel unregelmässig fächerförmig in eine grössere Zahl von feineren Strängen auf. Jeder derselben spaltet sich



abermals in einzelne Fasern, die schliesslich in das elastische Netzwerk übergehen, das nahe unter der freien Oberfläche der Cutis ausgespannt ist. (Fig. 9.)

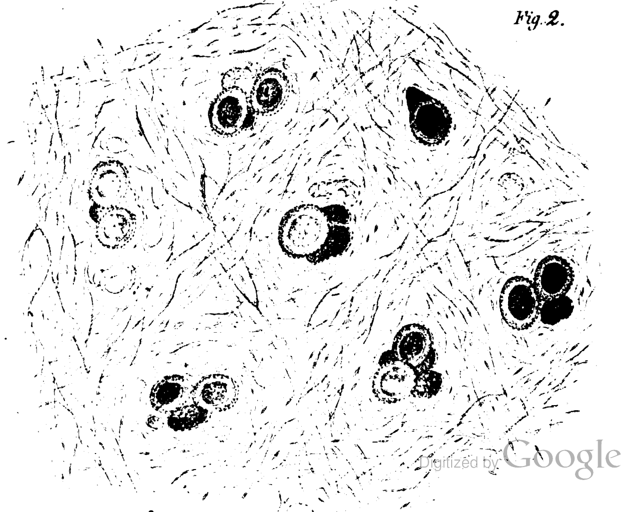
Zwischen diese elastischen Fasern, vornehmlich aber zwischen diejenigen, welche den Stamm des elastischen Zuges bilden, sind Muskelzellen mehr oder weniger reichlich eingesprengt (Fig. 8*aa.*), die nach der Färbung mit Carmin besonders deutlich hervortreten, da das elastische Gewebe diesen Farbstoff nicht annimmt.

Nach dieser Beschreibung besteht der Haarbalgmuskel nicht aus glatten Muskelfasern, die am Haarbalge entspringen, durch die Dicke der Cutis als solche hinziehen und in der Oberfläche dieser letzteren enden, sondern im Wesentlichen aus einem elastischen Bande, dessen Bestandtheile durch eingesprengte Muskelzellen gegen einander verschoben werden können.

5. Die Bindegewebsbündel der Cutis erfahren durch die Verdauungsflüssigkeit zuweilen eine Veränderung, in Folge deren sie den quergestreiften Muskeln täuschend ähnlich sehen, Fig. 8. Man würde zu einer Verwechselung kommen können, wenn man dagegen nicht einerseits durch die Massenhaftigkeit des Vorkommens und andererseits durch gewisse Eigenschaften einzelner Formen geschützt wäre. Zu diesem letzteren zählen der Uebergang eines quergestreiften in ein vollkommen glattes Stück (Fig. 9*b*), das öfter an seiner Umschlagstelle die ungemeine Dünne, das Bandartige des Gebildes verräth. Unter diesen Bändern finden sich häufig auch solche, welche darauf hinweisen, dass die Querstreifungen auf einer weiteren Ausbildung der zuerst von *Henle* beschriebenen umsponnenen Faser beruht (Fig. 8*e*). Durch diese rosenkranzförmigen Fasern wird die Annahme nahe gelegt, dass die Querstreifen einer Hülle angehören, aus deren Innerem mittelst der Verdauung die collagene Einlagerung weggeschafft ist, während sie selbst als elastischer Stoff den Angriffen des künstlichen Magensaftes widerstanden habe. Diese Scheiden überziehen nicht bloss die breiteren Bindegewebsbündel, sie erstrecken sich auch über sehr feine hinaus. Oefter will es auch scheinen, als ob sich die Scheiden in feinere zerspalteten, Fig. 9*d*. Es dürfte jedoch bei der Feinheit des Gegenstandes schwierig sein, eine Entscheidung darüber zu fällen, ob eine Theilung ursprünglich einfacher oder eine Uebereinanderlagerung ursprünglich getrennter Bänder stattgefunden habe.

Fig. 1.

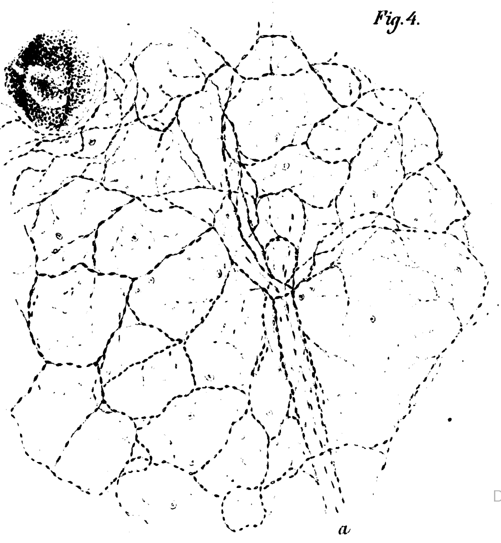
Fig. 2.

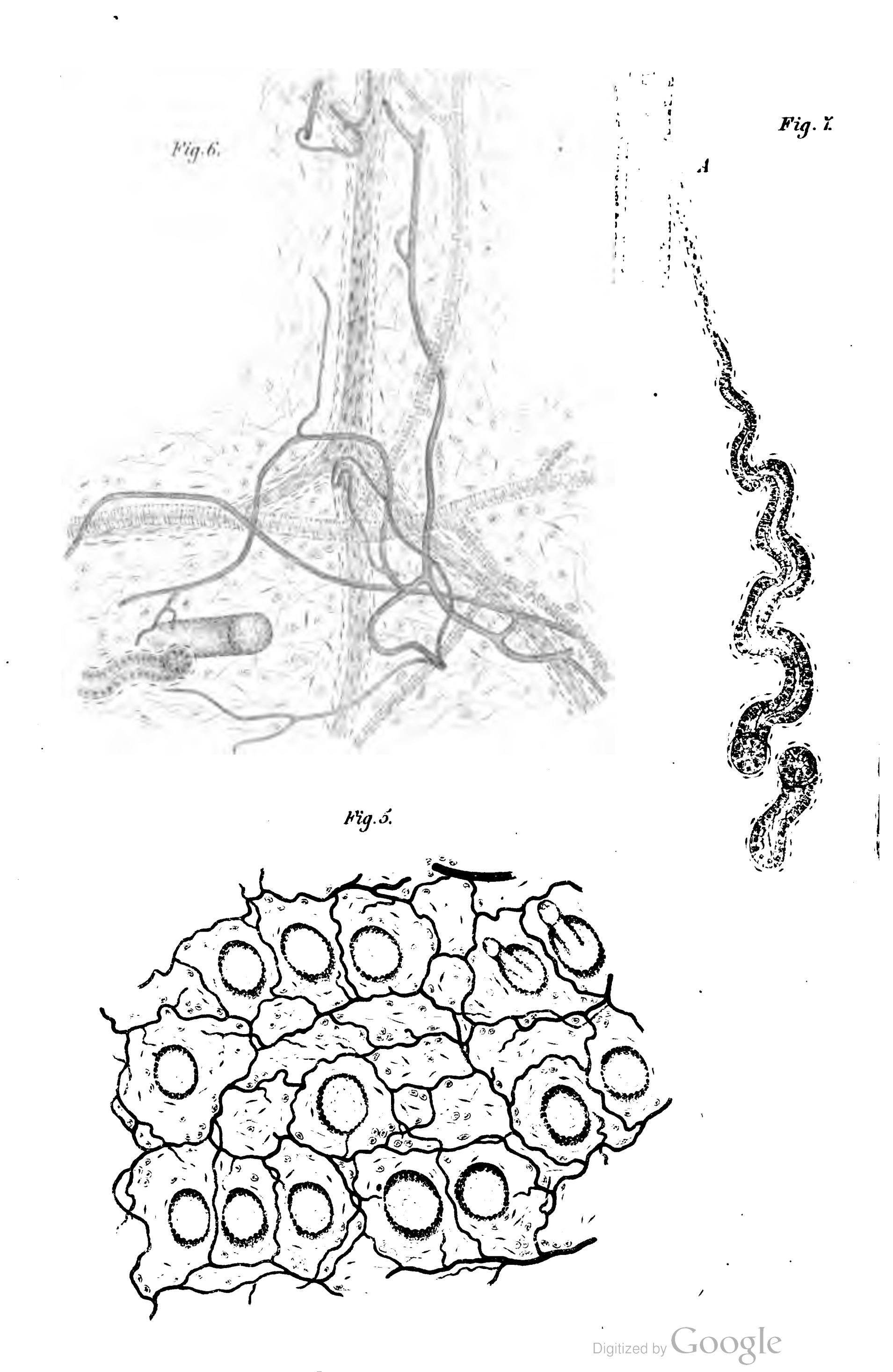


d d c b a A

Fig. 3.

Fig. 4.





Berichte d. K. S. Ges d. Wiss. math phys. Cl. 1875.
Abhandlung v. Dr. Stirling.



Gez. u. lith. v. E. A. Funke, Lith. Anst., Leipzig.

6. An Hautstücken, welche in der Verdauung so weit fortgeschritten sind, dass sich die oberflächlichste Schicht der Cutis als ein zäher Brei mit der Messerklinge abheben lässt, gewähren die dort verbreiteten Blutgefässe ein eigenthümliches Ansehen, Fig. 4. Die Capillaren erscheinen als äusserst zarte Gebilde, die sich aus aneinandergereihten spindelförmigen Zellen zusammensetzen. Nach Aussehen und Vertheilung sind sie den aus andern Oberflächen — z. B. der Cornea — bekannten Nervennetzen so ähnlich, dass man anfangs vergeblich nach einem unterscheidenden Merkmale sucht. Alsbald tritt jedoch die Uebereinstimmung der Netzform mit derjenigen des injicirten Capillarengeflechts hervor, welches an der äussersten Oberfläche der Cutis gelegen ist. Zum Vergleiche der Fig. 4 diene Fig. 5, die nach einem injicirten Präparate gezeichnet wurde, das einer der Fig. 4 entsprechenden Hautstelle entnommen war. — Der Beweis, dass man es auch in der letztern Figur wesentlich mit Capillarschlingen zu thun habe, wird vervollständigt, wenn es gelingt, die Reste der Nervenfäden aufzufinden. Fig. 4 *a*. Diese zeigen denn eine etwas andere Gestalt; ihr Verlauf ist gestreckter und die Kerne, welche in die Fäden eingelassen sind, stehen weiter auseinander, und je zwei zunächst liegende sind durch eine gerade Linie verbunden.

Ueber das Verhältniss der mit dem Eiweiss verzehrten zu der durch die Galle ausgeschiedenen Schwefelmenge.

Von

Dr. A. Kunkel.

Die Beantwortung der Frage, welchen Antheil die Leber an der Ausscheidung der Schwefelmenge nehme, die mit dem Eiweissfutter in den Organismus getreten, befriedigt nicht bloss ein statistisches auf jenes Element bezogenes Interesse. Ist die gegenwärtig herrschende Anschauung richtig, dass die Taurocholsäure innerhalb der Leber aus dem Eiweiss entstehe, so empfangen wir durch die genannten Schwefelbestimmungen zugleich ein Mittel, um das Verhältniss zu beurtheilen, in welchem der Eiweissumsatz der Leber zu dem aller übrigen Organe steht. Vielleicht gewinnen wir auch weitere theoretische Einsichten in das Qualitative der Eiweisszersetzung.

Soweit mir bekannt hat sich mit der Lösung der aufgeworfenen Frage nur *C. Schmidt* [1]) beschäftigt. Die Zahlen, welche uns aus der von ihm angestellten Versuchsreihe von Bedeutung sind, habe ich hier zusammengestellt.

Thier 1. Versuchsdauer 89 Stunden; während derselben wurde aus der Fistel an verschiedenen Tagen im Ganzen 3 Stunden hindurch Galle gefangen.

Anfangsgewicht des Hundes	4.025	Kilo
Endgewicht - -	3.761	-
Verlust	0.354	-

---

1) *F. Bidder* und *C. Schmidt*, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852. p. 368. f.

3.900 Kilo des Hundes in 24 Stunden
erhielten 103.82 Gr. Fleisch mit 0.21 Gr. S.
gaben 132.76 Gr. Harn, aufgefangen, mit 0.04 - S.
- 5.79 - Koth, aufgefangen, mit 0.01 - S.
- 58.68 - Galle, berechnet, mit 0.25 - S.

Das Thier gab also durch die Galle 0.04 Gr. S. mehr aus, als es im Futter aufgenommen.

Thier 2. Reihe a. Versuchsdauer 8 Tage; während derselben wurden aus der Fistel 9 Stunden hindurch an verschiedenen Tagen und Tageszeiten die Galle aufgefangen.

Anfangsgewicht 5.210 Kilo
Endgewicht 5.633 -
Zuwachs 0.423 -

5.400 Kilo des Hundes in 24 Stunden
erhielten 549.01 Gr. Fleisch mit 1.54 Gr. S.
gaben 359.32 - Harn, aufgef., mit 0.75 - S.
- 42.07 - Koth, - - 0.04 - S.
- 274.82 - Galle, berechn., 0.86 - S.

Das Thier gab also 0.11 Gr. S. mehr, als es empfangen. Der Schwefel der Galle berechnet sich zu 56 pC. von dem der Nahrung.

Reihe b. Versuchsdauer 5 Tage; während derselben wurde während 7 Stunden die Galle aufgefangen.

Anfangsgewicht 5.436 Kilo
Endgewicht 5.840 -
Zuwachs 0.404 -

5.400 Kilo des Hundes in 24 Stunden
erhielten 526.20 Gr. Fleisch mit 1.47 Gr. S.
gaben 338.40 - Harn, aufgef., mit 0.39 - S.
- 40.81 - Koth, - - 0.04 - S.
- 242.45 - Galle, berech., - 0.46 - S.

Das Thier gab also 0.58 Gr. S. weniger, als es empfangen. Der Schwefel der Galle berechnet sich zu 31 pC. von dem der Nahrung.

Die Gleichung zwischen Aufnahme und Ausgabe nennt *C. Schmidt* selbst eine approximative. In der That kann sie nur für eine solche gelten, da die Zeitdauer, während welcher die Galle gesammelt wurde, eine zu beschränkte war, um aus den in ihr gesammelten Mengen einen sicheren Schluss auf das wahre Volum der in 24 Stunden ausgeflossenen Galle machen zu können.

Aus den Bestimmungen *C. Schmidt's* geht nur mit Gewissheit hervor, dass von dem in der Nahrung enthaltenen Schwefel ein bedeutender Bruchtheil durch den Harn aus dem Thiere tritt. Dieser betrug beim 2. Thiere 48, und 26 pC. von dem des eingenommenen Schwefels, wobei jedoch zu beachten, dass das Thier an Gewicht zunahm, in Folge dessen die der Zersetzung anheimgefallene Eiweissmenge geringer als die verzehrte war.

Wie schätzenswerth nun auch diese Beobachtungen sind, so machen sie doch neue Versuche nicht überflüssig. Zu ihnen hat mich Herr Prof. *C. Ludwig* aufgefordert.

1. Anordnung des Versuchs. Anlegung und Behandlung der Gallenfistel.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass einem Hunde eine Gallenblasenfistel nach vorheriger Unterbindung des ductus choledochus angelegt und die ganze innerhalb der Versuchstage abgesonderte Galle aufgefangen und analysirt wurde.

Die Art der Anlegung der Fistel war die gewöhnlich geübte und schon oft beschriebene. Nach Eröffnung der Bauchhöhle, die in der linea alba geschah, wurde der ductus choledochus aufgesucht und unterbunden: die Resektion eines mehr oder weniger grossen Stückes desselben — soviel eben leicht, ohne die Eingeweide und besonders die Leber stärker zu beleidigen, möglich ist — erwies sich für Erhaltung der vollständigen Ableitung sehr wichtig. Schliesslich wurde in die Gallenblase eine Canüle eingebunden, die aus einem 5 Centimeter langen Argentanrohre bestand, das 5 Millimeter Durchmesser im Lichten hatte. An dem in die Blase eingeführten Ende sass ein Tellerchen von gleichem Metalle, das im Wesentlichen ein Kugelsegment — selbstverständlich mit sorgfältig abgerundeten Rändern — darstellte. Die concave Seite dieses Tellerchens sah gegen die Blasenhöhlung, die convexe gegen die Bauchdecken. Diese auch schon von Andern benutzte Vorrichtung sollte das Herausfallen der Canüle verhindern, wenn der Faden, mit dem die Gallenblase aufgebunden war, sich wieder gelockert hatte. An dem äusseren aus der Bauchwunde hervorragenden Ende war ein Gewinde eingeschnitten und darauf eine Schraubenmutter gesetzt, durch die das Zurückweichen der ganzen Canüle in die Bauchhöhle verhindert wurde. Eine zweite verwendete Canüle war in ihrem ganzen Verlaufe in sanftem Bogen gekrümmt.



Der Nutzen dieser Einrichtung ist direkt ersichtlich. Anfänglich war, um das Einschneiden der oben erwähnten Schraubenmutter in die verletzten Unterleibsbedeckungen zu vermeiden, über das nach Aussen hervorragende Canülen-Endstück eine central durchbohrte Metallscheibe von grösserem Radius übergeschoben und dann erst die Mutter aufgesetzt worden. Es erwies sich diese Vorsicht überflüssig. Die doppelte Unterbindung des ductus choledochus, vor Allem die Einbindung der Canüle in die Blase wurde mehremale mit *Lister's* Catgut vorgenommen. Ich halte dies für zweckmässig und glaube in einem Falle bei der Sektion die Einwachsung des Restes von Catgut in das Narbengewebe beobachtet zu haben.

Das Auffangen der Galle geschah in keulenförmigen Kautschukbeuteln, deren hohler Stiel direkt auf das aus der Wunde hervorstehende Ende der Canüle aufgebunden wurde. Um das Eindringen der Galle leicht und dauernd zu gestatten, wurde aus dem Ballon die Luft vollständig ausgesaugt, in diesem Zustande wurde sein Stiel durch eine umgelegte Klemme luftdicht geschlossen, dann der letztere auf das Endstück der Canüle aufgeschoben und nun mit Fäden in die Züge des Schraubenganges fest aufgebunden, darauf die Klemme abgenommen. Die Versuchsthiere liessen den Beutel, nachdem man erst durch einige Zeit auf sie geachtet und sie daran gewöhnt hatte ihn zu dulden, ruhig an der Canüle hängen. Es passirte relativ selten der unglückliche Zufall, dass der Beutel vom Thiere abgerissen wurde. Natürlich musste sorgfältig von Zeit zu Zeit der Ballon entleert, die Luft wieder ausgesaugt und derselbe frisch aufgebunden werden, schon damit er nicht durch sein Gewicht die Wunde reize oder gar durchreisse. Sehr zweckmässig fand ich für die Versuche Colpeurynter, an denen das Ansatzrohr bis auf einen kurzen Stumpf abgeschnitten war.

Bei der Wahl des Verfahrens zum Auffangen der Galle ging ich von den Erfahrungen aus, die man über die Ausströmung und die Resorption dieser Flüssigkeit gesammelt hat. Durch die Beobachtungen von *Heidenhain*[1]) ist es erwiesen, dass der Inhalt der grossen Gallengänge — also auch der der Gallenblase — unter einem den atmosphärischen übertreffenden Drucke steht,

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Viertes Heft. 1868. pag. 226.

der sie von ihrer Bildungsstätte aus in den Darm hinein treibt; durch die Versuche *Heidenhain's* ist aber zugleich dargethan, dass der Strom aus der genannten Richtung in eine andere übergeht, wenn in den Gallengang der Gegendruck einer Wassersäule von noch nicht ganz 200^{mm} Wasser eingeschaltet wird. Der Weg, den die an ihrem Uebertritt in den Darm gehinderte Galle nimmt, führt, wie schon die ältesten Physiologen und unter diesen namentlich *Tiedemann* und *Gmelin*[1]) wussten, in die Lymphgefässe der Leber. Dass aber von den Lymphgefässen die gestaute Galle ausschliesslich aufgenommen werde, erfuhren wir durch die vor Kurzem von *Fleischl*[2]) angestellten Versuche. Bei der Bedeutung, welche dieses Ergebniss für meine Absichten hatte, hielt ich es nicht für unwichtig, seine Versuche zu bestätigen. Zu dem Ende habe ich fünf Hunden den ductus choledochus unterbunden, aus dem geöffneten ductus thoracicus derselben die Lymphe gesammelt und aus ihr nach bekannter Methode die Gallensäuren im krystallinischen Zustande dargestellt. Ich erhielt

Hund I.	aus	206 Ccm.	Lymphe	an Gallensäuren	=	0.872	Gr.
- II.	-	165 Ccm.	-	- -	=	0.034	-
- III.	-	367 Ccm.	-	- -	=	0.634	-
- IV.	-	530 Ccm.	-	- -	=	0.800	-
- V.	-	356 Ccm.	-	- -	=	0.580	-

Von diesen Präparaten, welche ich demnächst weiter zu untersuchen gedenke, zeichnete sich das erste durch seine Reinheit aus. Geht nun auch aus diesen Erfahrungen hervor, dass bei dem Ueberschreiten eines gewissen in den Gallenstrom eingesetzten Gegendruckes sich der letztere durchaus statt in den Darm in die Lymphbahnen ergiesst, so belehren sie uns doch nicht darüber, bei welchem Gegèndrucke schon eine theilweise Aenderung der Stromrichtung eintritt; jedenfalls aber fordern sie von uns die Anwendung solcher Maassregeln, durch welche die Stauung der Galle in den Gängen möglichst zu vermeiden ist. In dem Grade, in welchem sich diese verringert, werden auch die Triebkräfte des Gallenstromes in die Lymphgefässe vermindert.

Die Brauchbarkeit der Gummibeutel als Sammelgefässe wird also davon abhängen, wie hoch der Druck in ihrem Innern ist.

1) Die Verdauung nach Versuchen. (Titel)-Ausgabe 1831. II. Bd. 40.
2) Diese Berichte 1874.

Davon, dass er nie höher, wohl aber häufig niedriger als der atmosphärische ist, überzeugt man sich leicht.

Wurde nämlich der zum Auffangen der Galle verwendete Kautschukbeutel luftleer gesaugt und nun geschlossen, dann an den Ausführungsgang ein Glasrohr angesteckt, dieses unter Wasser getaucht und nun der Beutel geöffnet, so war an dem Stande des Wassers in der Glasröhre zu sehen, welcher Druck jetzt in dem Ballon als Resultirende aus Atmosphärendruck und den elastischen Kräften der Kautschukwand herrschte. Ich hatte zwei solcher Kautschukballons, einen dünn- und einen starkwandigen. Bei dem dünnwandigen stand, wenn ich das Experiment in der eben beschriebenen Form anstellte, das Wasser im Rohre kaum eine Spur höher als aussen: es tritt in diesen Beutel darum die Galle ungefähr unter dem Atmosphärendruck über. Bei dem zweiten Beutel stand unter den gleichen Umständen, wenn derselbe beim Aussaugen in einer bestimmten, immer gleichen Art gefaltet wurde, das Wasser im Rohre etwa 10 Centimeter höher als aussen. Es trat also in diesen Beutel die Galle unter einem Drucke ein, der jeweilig um 10 Centimeter Wasser geringer war als der Atmosphärendruck. Diese beiden Ballons wandte ich bei einem Versuchshunde abwechselnd an: ich bemerkte dabei, dass die Gallenmengen durchschnittlich dieselben und von gleicher Concentration waren, ganz so wie ich sie erwartet hatte. Selbstverständlich wurden diese Ballons immer zeitig entleert, lange bevor sie gefüllt waren, so dass nie eine merkliche Spannung in der Wand des Beutels eintreten konnte.

Die Ableitung der Galle gelang auf die beschriebene Weise sehr vollkommen und nachhaltig, nur manchesmal tritt ein übler Zufall ein, der darin besteht, dass die abgesonderte Galle durch suspendirte weissliche Massen getrübt wird. Man könnte dies auf einen Blasenkatarrh beziehen; seine Entstehung kann jedoch durch den eingeführten Fremdkörper nicht bedingt sein, denn ich sehe, dass verschiedene Beobachter, so *Bidder* und *Schmidt*, *Kölliker* und *Müller* die gleiche Beobachtung auch bei Hunden machten, denen keine Canüle in die Gallenblase eingeheilt war, die Galle vielmehr direkt durch eine Fistel der mit den Bauchdecken verwachsenen Gallenblase nach Aussen abfloss.

Zur Versuchsanordnung ist noch Folgendes zu bemerken. Die angeführten Versuchsreihen wurden an einem Hunde angestellt. Nachdem durch eine entsprechende Zeit an ihm beobachtet war,

wurde er durch Verbluten getödtet. Die Sektion ergab den noch bestehenden vollständigen Schluss des ductus choledochus. Die Prüfung war in der Weise vorgenommen worden, dass in den noch stehenden Rest des ductus choledochus eine Canüle eingebunden und nun mit einer Spritze eine gefärbte Flüssigkeit in der Richtung gegen den Darm gepresst wurde: es trat nichts über. Als interessant will ich aus den Sektionsprotokollen noch anführen, dass der Rest des ductus choledochus bei allen Hunden stark erweitert war: in einem Falle war durch peritonitische Verlöthung derselbe dem duodenum in einiger Ausdehnung enge angelegt. Auch bei den anderen Versuchsthieren war die Entfernung zwischen Stumpf des ductus choledochus und dem duodenum so gering, dass die stattgehabte Resektion eines Stückes völlig verwischt war. Es ist nach diesen Sektionsbefunden die Möglichkeit der Restitution sehr nahe gelegt. — Es haben *Kölliker* und *Müller*[1]) erwähnt, dass sie einigemale bei Gallenfistelhunden Geschwüre auf der Darmschleimhaut fanden. Ich achtete leider nur bei einem Hunde auf diesen Umstand und fand allerdings bei demselben hämorrhagische Infiltration und Geschwürsbildung: es sassen die kranken Stellen ziemlich nahe beisammen, etwa in der Hälfte des jejunum. Das duodenum war frei. Bei den anderen Hunden, deren Darm ich untersuchte, achtete ich nicht speciell auf dieses Vorkommen: es wäre mir indess doch wohl nicht entgangen.

2. Ueber die in die Galle übergehenden Antheile des Schwefels.

Obwohl ich auf die beschriebene Weise von fünf Hunden die Galle gesammelt und ihren Schwefelgehalt bestimmt habe, so glaube ich doch, dass nur eine der Versuchsreihen, und zwar die ausgedehnteste, einen Beitrag für die Lösung unserer Aufgabe liefern könne. Von ihr soll jetzt die Rede sein.

Dem schon ausgesprochenen Versuchsplane gemäss musste eine Uebersicht über den Schwefel gewonnen werden, der mit der Nahrung eingeführt und der in Galle, Faeces und zuweilen auch dessen, der mit dem Harne entleert wurde. Es geschah

1) Zweiter physiologischer Bericht etc. — Verhandlungen der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg 1856 B. VI. p. 465.

dies so, dass aliquote Theile der eingeführten Nahrung und der gewonnenen Excrete analysirt wurden. Jede einzelne engere Versuchsperiode umfasste 24 Stunden und wurde stets um 8 Uhr Morgens der Tag zu zählen angefangen.

Als Nahrung wurde zuerst defibrinirtes Lammsblut, später, als der Hund das nicht mehr annehmen wollte, gehacktes Pferdefleisch gegeben. Es sind gerade diese beiden Nahrungssorten desshalb gewählt, weil in ihnen der Schwefel bis auf geringe Mengen nur als Eiweiss enthalten ist. Man hat darum bei den mit diesen Nahrungsmitteln angestellten Versuchen wirklich in den Schwefelbestimmungen einen Maassstab für den Gehalt an Eiweiss-Schwefel.

Es wurde im Einzel-Versuche eine Blutmenge von mehreren Litern in einem gut verschliessbaren Gefässe beständig über Eis aufgehoben. Funfzehn Ccm. davon wurden mit der nöthigen Menge Aetzkali und Salpeter in einer Silberschale zusammengeschmolzen, die Schmelze in Wasser aufgenommen, mit Salzsäure übersättigt und mit Chlorbaryum heiss gefällt: das gefällte Baryumsulfat in der gewöhnlichen Weise auf dem Filter gesammelt, gut ausgewaschen, im Platinatigel geglüht und gewogen.

Aehnlich wurde mit Galle und Harn verfahren. Was letzteren anlangt, so ist es, wie ich mich durch Controllversuche überzeugte, nothwendig, bei genauer Bestimmung die Verbrennung in der obigen Weise vorzunehmen. Es wurden, wenn man in der Weise verfährt, dass man eine bestimmte Harnportion mit Wasser verdünnt, dann mit Salzsäure versetzt und mit Chlorbaryum fällt, stets noch andere Stoffe mit niedergerissen. Man bemerkt dies schon daraus, dass das auf diese Weise erhaltene Baryumsulfat beim Glühen stets durch ausgeschiedene Kohle sich schwarz färbt. Wäre selbst die Menge der mit ausgeschiedenen Stoffe geringer als sie wirklich ist und durch Controllversuche corrigirbar, so wäre jetzt, um stets den gleichen Fehler einzuführen, sehr lange dauerndes Glühen bis zum vollständigen Verbrennen der Kohle, dann erneutes Manipuliren zur Oxydation allenfallsigen Schwefelbaryums nothwendig. Es wurde desshalb der obige Weg eingeschlagen.

Die Analyse der Galle wurde stets mit der frischgewonnenen Galle und nicht etwa mit dem Alkoholextrakte der zur Trockne abgedampften vorgenommen. Da nach übereinstimmenden Beobachtungen in der Galle gar keine oder nur Spuren von schwe-

felsauren Salzen vorkommen und sonstige schwefelhaltige Körper auch fehlen — Mucin ist bekanntlich schwefelfrei, — so wurde unbedenklich immer dieser Weg eingeschlagen.[1])

Der Koth wurde in der Weise untersucht, dass die täglich entleerte Menge getrocknet, gepulvert, gewogen und ein aliquoter Theil mit Aetzkali und Salpeter verbrannt wurde.

Die Analysen des zur Fütterung verwendeten Fleisches wurden so vorgenommen, dass die ganze Partie, die in mehreren Tagen verfüttert werden sollte, auf einem Brette sehr sorgfältig gemischt und ausgebreitet und dann von verschiedenen Stellen zur Herstellung möglichster Gleichartigkeit kleinere Pröbchen entnommen wurden. Die zur Analyse entnommene Partie (100 bis 200 gr.) wurde, um hievon selbst wieder nur einen Bruchtheil der Analyse unterziehen zu müssen, mit künstlichem Magensaft verdaut, nach einiger Zeit das Aufgelöste vom Rückständigen durch Filtration getrennt und nun ein bestimmter Theil der Lösung und der ganze feste auf dem Filter gebliebene Rückstand mit Aetzkali und Salpeter verbrannt. Daraus war die Berechnung auf den ganzen Schwefelgehalt leicht auszuführen.

In der Weise wurden von allen fraglichen Stoffen sogenannte Pauschanalysen gemacht: es wurde immer nur der Gesammtschwefel ohne Rücksicht auf die Form, in der er sich vorfindet, bestimmt. Ich habe oben schon die Wahrscheinlichkeitsgründe dafür angegeben, dass auf diesem Wege bei der Galle genau der Schwefel bestimmt wurde, der als taurocholsaures Natrium in der Galle sich findet. Ein Einwurf hätte hier weniger principielle Bedeutung. Für die angewandten Nahrungsmittel gilt mit Einschränkungen, die genau angegeben werden sollen, das oben Behauptete, dass der in ihnen gefundene Schwefel auf ihren Eiweissgehalt zu berechnen ist; es ist so der in den untenstehenden Versuchstabellen angegebene Schwefelgehalt aufzufassen. Die nothwendigen Correkturen sind unten[2]) be-

---

1) Sollte indess doch ein merklicher Gehalt von schwefelsauren Salzen in der Galle sich finden, so würde dies der Allgemeinheit und Gültigkeit der unten gezogenen Schlüsse, die nur Schwefelausscheidung durch die Galle überhaupt betrachten, keinen Eintrag thun. Leider habe ich selbst keine Controllversuche angestellt.

2) Nach den von verschiedenen Autoren angestellten Blut-Analysen ergiebt sich als Mittel, dass auf 100 Theile Blut etwa 0.0037 Theile Schwefel

Der im Kothe gefundene Schwefel ist stets als von nicht assimilirtem Eiweisse herrührend aufgefasst worden. — Der Schwefel des Harns ist als fast ganz entleerte Schwefelsäure aufzufassen.[1])

Ueber den eingehaltenen Gang der Analyse erwähne ich noch kurz, dass die betreffenden Flüssigkeiten stets als solche mit Aetzkali und Salpeter im Silbertigel zusammengebracht und erhitzt wurden. Es findet dadurch eine sehr gleichmässige Mischung und gegen Ende ein ruhiger Ablauf der Reaktion statt. Auch den festen Körpern, die analysirt wurden, setzte ich zu dem Zwecke vorher etwas destillirtes Wasser bei. Die für die Schwefel-Analyse gegebene Vorschrift, mit dem 12-fachen Gewichte der trockenen Substanz Aetzkali und dem 6-fachen Salpeter zu verbrennen, habe ich nicht befolgt. Man kommt mit weniger von beiden Stoffen auch durch, unbeschadet der Genauig-

---

der als schwefelsaures Salz darin enthalten ist, kommen. Da nun nach den später angeführten Zahlen auf 100 Cub. Cent. Blut im Mittel etwa 0.15 Gr. Schwefel treffen, so begeht man einen mittleren Fehler von 2—3 pCt. des Gesammt-Schwefel-Gehaltes, wenn man denselben nur auf Eiweiss-Gehalt berechnet. Es sind darnach die später angeführten Zahlen allenfalls zu corrigiren. Ich habe es vorgezogen, die Originalzahlen anzugeben. Auffallend ist die relativ grosse Abweichung des absoluten Schwefel-Gehaltes bei verschiedenen Blutarten (auch Fleischmengen): ich glaube dafür einstehen zu können, dass alle die verwendeten Nahrungsmengen rein in meine Hände kamen.

Für das Fleisch lassen sich gleiche Correkturen auch leicht finden. Es kommen auf 100 Theile Asche des Pferdeblutes 0.3 Gr. Schwefelsäure (SO_3) oder 0.12 Gr. Schwefel. Da nun 4 pCt. des bei 100° getrockneten Fleisches Salze sind, so kämen auf 100 Theile bei 100° trockenen Fleisches 0.0048 Schwefel, der als schwefelsaures Salz darin enthalten ist. Nimmt man den Wassergehalt des Fleisches im Durchschnitt zu 75 pCt., so kämen auf 100 Theile frischen Pferdefleisches 0.0012 Gr. Schwefel, der als schwefelsaures Salz darin vorkommt. Da 100 Gr. frisches Fleisch etwa 0.27 Gr. Schwefel enthalten, so würde ein Fehler von nicht 1/2 Percent (0.44) begangen, wenn man sämmtlichen Schwefel des Fleisches als von Eiweiss herrührend betrachtete, ein Fehler, der wohl vernachlässigt werden darf. — Ochsenfleisch enthält nach *Keller's* Angaben ungefähr 10mal so viel Schwefelsäure als das Pferdefleisch: der Fehler betrüge hier 4.4 pCt, alle sonstigen Annahmen als gleich vorausgesetzt. In den Versuchen, die für den Kreislauf des Schwefels die wichtigeren sind, habe ich Pferdefleisch gegeben.

1) Die Bindungsweise des S im Harne ist nach *Salkowski's* Untersuchungen wohl zu beachten: desshalb die Pausch-Analysen. Genauere Angaben werde ich nachbringen.

keit der Analyse [1]), und spart dabei viel Material und Zeit. Man bekommt bald, wenn man erst mit jedem Stoffe einige Analysen gemacht hat, heraus, wie viel Kali und Salpeter anzuwenden zweckmässig ist. Das Verhältniss von Aetzkali zu Salpeter wie 2 : 1 behielt ich bei. Viele angeführte Controll-Analysen ergaben eine Genauigkeit der Bestimmung bis zu 1 pCt. des Gesammt-Schwefels.

Um den Harn vollständig zu sammeln, setzte ich das Versuchsthier in einen geräumigen von *Tschiriew* [2]) genauer beschriebenen Thontrog, in dem es auf einem starken Eisendrahtgitter sich bewegen konnte: der Harn floss von dem in einiger Entfernung darunter befindlichen geneigten Boden vollständig ab und sammelte sich in einem dem Abflussrohre angehängten Kolben. — Als Getränke erhielt der Hund destillirtes Wasser, dem zeitweise als Geschmacks-Corrigens eine Spur reinen Kochsalzes oder doppelt kohlensauren Natrons zugesetzt war.

---

1) Da die obige Angabe sich allgemein als Vorschrift findet, so gebe ich als Beleg für meine Behauptung die nachstehende Controll.-Anal. 15 C. C. einer bestimmten Galle gaben mit 9 Gr. KOH und 4.5 Gr. $KaNO_3$ verbrannt 0.1793 $BaSO_4$: das entspricht 0.1642 S auf 100 C. C. Galle. 15 C. C. derselben Galle mit 4.5 KOH und 2.2 $KaNO_3$ gaben 0.1799 $BaSO_4$: entspricht 0.1647 S für 100 C. C. Galle.

2) Diese Berichte 1874. p. 442.



1. Versuchsperiode.

Der Hund erhielt als Nahrung coagulirtes Lamms- und Kalbsblut[1]. Der Harn wurde in dieser Reihe nicht gewonnen.

Versuchstag:	Schwefel aufgenommen:	Schwefel ausgeschieden: durch die Galle:	d. d. Koth:
1.	481.8 C. C. Blut enthalten 0.852 gr. S.	153 C. C. enthalten 0.128 S	0
2.	250 C. C. Blut enthalten 0.442 gr. S. 500 C. C. Blut einer zweiten Blutmeng. enth. 0.844 gr. S	159.5 C.C. enthalten 0.139 S	0.141
3.	250 C. C. Blut enthalten 0.422 gr. S.	126.5 C.C. enthalten 0.109 S	0.322
4.	250 C. C. Blut enthalten 0.422 gr. S.	In 10h 50 C. C. enthalten 0.0446 S; auf 24h berechnet:[2] 120 C. C. enthalten 0.107 S	0.128
5.	108.3 C. C. Blut[3] entspr. 0.263 gr.	95 C. C. enthalten 0.132 S	0.079
	3.245 gr.	0.615 S	0.670

Ich bemerke gleich zu dieser Versuchsreihe Folgendes: Der Hund bekam Nahrung vorgesetzt, soviel er wollte, und es wurde immer, damit er das Uebriggelassene nicht verderbe, der Rest weggenommen und ihm nach einiger Zeit wieder angeboten. Von

1) In dieser Form vertragen die Thiere das Blut sehr gut. Giebt man es im rohen Zustande, wie es die Thiere allerdings auch gerne nehmen, so tritt regelmässig Erbrechen und Diarrhoe ein, was den Gang des Versuchs unterbricht. Damit das Thier das coagulirte Blut gerne genoss, setzte ich öfter gepulverten Zucker zu.

2) Nach 10h riss der Hund den Beutel weg; die angesetzte Zahl ist mit Hilfe der Annahme berechnet, dass die Secretion gleichmässig weiter gehe. Diese Annahme gibt — es fehlen die Nachtstunden — hier eine etwas zu grosse Zahl.

3) Nur diesen Antheil nahm das Thier von den vorgesetzten 250 C. C. Der gebliebene Rest wurde zurückgewogen und analysirt.

dem Lammsblut wurde jedesmal eine bestimmte Partie (250 C. C.) abgemessen, und in einer Schale bis zur vollständigen Coagulation erwärmt, in dieser Form wurde es abgekühlt dem Thiere vorgesetzt. Selbstverständlich wurde immer die Hauptmenge wohlverschlossen im Eisschranke verwahrt. Genau stimmende Controllversuche zeigten mir, dass bei dieser Art des Aufhebens von einer Aenderung der Concentration durch Wasserverdunstung nicht die Rede sein kann, wenigstens nicht in Grenzen, die durch den Versuch nachgewiesen werden können. Ich nahm darum auch für das später verwendete Fleisch, das unter den gleichen Umständen aufgehoben wurde, das Gleiche an, ohne hierüber specielle Controllversuche anzustellen. — Die aufgenommenen Nahrungsmengen sind nicht sehr gross. Es wird sich bald bei der Fleischfütterung zeigen, dass viel grössere Eiweissmengen von demselben Hunde aufgenommen und umgesetzt werden können. Die wechselnden Nahrungsmengen sind durch die Laune des Hundes bedingt. Es zeigen so operirte Thiere einen merkwürdigen Wechsel in der Begierde nach Menge und Beschaffenheit der Nahrung. Anfänglich nahm das Thier das Blut ganz gerne, nach wenigen Tagen verweigerte es jede Aufnahme, als ich ihm dasselbe wieder anbot, eben so ging es später mit dem Fleische. Die Thiere hungern lieber durch mehrere Tage, ehe sie das Vorgesetzte anrühren. Irgend eine andere schlechtere Nahrung fressen sie dann mit der grössten Gier. Es ist dies auch schon von verschiedenen anderen Beobachtern mitgetheilt, so von *Blondlot, Kölliker* und *Müller*, *Bidder* und *Schmidt*. Es ist dies eine Hauptschwierigkeit die Versuche auf längere Zeit auszudehnen. Ich erreichte überhaupt nur bei diesem Hunde, dass er bei der gleichen Nahrung so lange Zeit aushielt. Andere Hunde verweigerten jede Annahme schon am 2. und 3. Tage, wenn ich nicht wechselte.

2. Versuchsperiode.

Dem Thier wurde, weil es die Annahme von Blut ganz verweigerte, Pferdefleisch vorgesetzt.

Versuchstag:	Schwefel aufgenommen: (Gramme)	Schwefel ausgeschieden durch: Galle	Harn	Koth
1.	0	140 Ccm. enth. 0.129 S	[1] —	—
2.	470.4 gr. Fleisch = 1.291 S	? Ccm. enth. 0.113 S	—	—
3.	490.5 gr. Fleisch = 1.346 S	154 Ccm. enth. 0.099 S	443 Ccm. enth. 0.913 S	0
4.	678.3 gr. Fleisch = 1.836 S	199.3 Ccm. 0.170 S	544 Ccm. 0.941	0.181 S
5.	654.5 gr. Fleisch = 1.796 S	235 Ccm. 0.220 S	400 Ccm. 0.878	0
6.	377.5 gr. Fleisch = 1.036 S	211.5 Ccm. 0.208 S	438 Ccm. 1.080	0.089
7.	233.5 gr. Fleisch = 0.641 S	168.5 Ccm. 0.176 S	—	0.082
Sa. 1–7	7.946	1.115	—	0.352
Sa. 3–6	6.014	0.697	3.812	0.270

Zu dieser Reihe, der vollständigsten, die ich besitze, will ich nur bemerken, dass der Hund Nahrung erhielt, soviel er eben Lust hatte zu verzehren; der Abfall am 6. und 7. Tage ist wieder durch den jetzt hervortretenden Ueberdruss am Fleische bedingt. — Auf diese zweite Versuchsreihe folgte, wie zwischen der ersten und zweiten, eine mehrtägige Pause, wo der Hund Nahrung ad libitum erhielt und die Galle frei nach Aussen floss. Dann begann:

1) Harn und Koth konnten in den zwei ersten Tagen nicht gesammelt werden.

3. Versuchsperiode.

Versuchstag:	Schwefel aufgenommen:	Schwefel ausgeschieden durch: Galle	Harn	Koth
1.	679.3 gr. Fleisch mit 1.529 S	223 Ccm. 0.183	466 Ccm. 0.612	0
2.	589.3 gr. Fleisch mit 1.328 S	174 Ccm. 0.231	577 Ccm. 1.078	0
3.	459.8 gr. Fleisch mit 1.036 S	176 Ccm. 0.223	328 Ccm. 0.550	0.510[1])
4.	161.5 gr. Fleisch mit 0.364 S	39 Ccm. enth. 0.052 [2]) ergänzt zu 175 Ccm. 0.233	246 Ccm. 0.527	0
Sa. 1-4	4.257	0.870	2.767	0.510
Sa. 1-3	3.893	0.637	2.240	0.51

Auch hier gilt wieder das in Beziehung auf die Nahrungs-Aufnahme oben Gesagte.

Ich hatte noch eine 4. Versuchsperiode angefangen, konnte dieselbe aber nur durch 2 Tage fortsetzen, da der Hund den Ballon nicht mehr litt, sondern immer abbiss.[3]) Ich führe desshalb diese Tage gar nicht an. Der Hund wurde jetzt getödtet und durch die Sektion der Schluss des ductus choledochus bestätigt.

Der Hund war am 29. November 1874 operirt: die erste Versuchsreihe wurde Montag 7. Dezember (9. Tag nach der Operation) begonnen; der Hund wog bei Beginn dieser Reihe 8070 Gr., am Ende 7610, hatte also 460 Gr. während der 5 Tage verloren. Es ergibt sich daraus die ungenügende Ernährung.

---

1) Diese grosse Kothmenge rührt nicht ganz von unverdautem Fleische her, sondern ist theilweise, wie das Aussehen des Kothes ergab, noch auf Nahrung zu beziehen, die vor dem Versuche aufgenommen war.

2) Der Beutel abgerissen: der Zeit proportional ergänzt.

3) Bei diesem Abreissen des Beutels musste die Canüle stark gezerrt werden. Es ist interessant zu bemerken, wie fest dieselbe eingewachsen sein muss, dass sie bei diesen Anstrengungen des Hundes nicht ganz aus der Wunde gerissen wurde.

Die 2. Versuchsperiode umfasst die Zeit vom 14. Dezember bis 20. (incl.) Dezember. Die 3. vom 1. bis 4. (incl.) Januar 1875. Am 12. Januar wurde der Hund getödtet.

Ich wog den Hund alle paar Tage und war, da das Gewicht im Allgemeinen constant blieb, damit zufrieden. Leider habe ich diese Zahlen nicht notirt. — Das normale Gewicht liegt zwischen 8000 und 8200 Gr.

Zu den Versuchen selbst möchte ich vor Besprechung der Resultate noch Folgendes bemerken. Ein direkter Fehler ist bei allen Versuchen dadurch gemacht, dass ich es unterlassen habe, jeden Tag den Boden des Versuchskastens mit Wasser auszuspritzen. Es kann so durch Antrocknung fester Bestandtheile an die Wand ein gewisser Theil der ausgeschiedenen schwefelsauren Salze verloren gegangen sein. Der hierdurch entstandene Verlust kann indess nur ein geringer sein, da der Harn von dem geneigten und sehr glatt glasirten Boden sehr vollständig ablief, und da das Nachspülen des vom vorhergehenden Tage vorhandenen Restes durch den indess gelassenen Harn besorgt wurde. Es wird also nur den Rest eines Tages betreffen.

Da das Thier während der 1. Versuchsperiode an Gewicht verlor, so sind die sämmtlichen Ausscheidungen gegen die Nahrungsaufnahme relativ zu gross. Es ist vor Allem, wenn man aus den Zahlen dieser Tabellen schliessen will, wie viel von dem Schwefel des Eiweisses der Nahrung in der Galle wieder erscheint, zu beachten, wie viel von dem in den Magen eingeführten Eiweiss assimilirt worden ist. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass bei vorhandener vollständiger Gallenableitung der Schwefelgehalt des entleerten Kothes nur von unverdautem, nicht assimilirten Eiweisse herrühren kann, wenn die Nahrung frei von schwefelsauren Salzen war. Die in den Darm ergossenen Secrete enthalten nach übereinstimmenden Angaben gar keine oder nur sehr kleine Mengen von Schwefelsäure, und die dahin ausgeschiedenen (schwefelhaltigen?) Fermente und Eiweisskörper werden doch wohl grösstentheils reabsorbirt; zudem ist deren Schwefelgehalt an sich gering. Vor Allem spricht für die obige Auffassung das Verhalten des Kothes. Es zeigt sich nun in der ersten Tabelle ein unverhältnissmässig grosser Schwefelgehalt des Kothes: er ist nach den letzten Auseinandersetzungen als unverdautes Eiweiss von der aufgenommenen Nahrung ohne Weiteres abzuziehen. Es zeigt sich dann, wie ungenügend das Thier in diesen

Tagen gefüttert war, und nebenbei ergiebt sich noch das ganz interessante Resultat, dass für Hunde das Blut kein sehr gutes Nahrungsmittel ist, und gegen andere, bes. gegen Fleisch bedeutend nachsteht. Die Weigerung der Hunde Blut durch längere Zeit aufzunehmen und die Thatsache, dass sie Fleisch entschieden vorzogen, ist also keine blosse Geschmackssache.

Bei dem hohen Schwefelgehalt des Kothes in der ersten Versuchsreihe wird es der Sicherheit des Resultates dienen, wenn wir statt einer Vergleichung der täglichen eine solche der gesammten Einnahmen und der durch die Galle bewirkten Ausgaben des Schwefels vornehmen. In diesem Falle wird die Correktur, welche wir an den Einnahmen mit Hilfe des Kothes vornehmen, jedenfalls tadelfreier.

Das Thier erhielt mit der Nahrung	+ 3.245	Gr. S
es entleerte mit dem Kothe	— 0.670	Gr. S
es wurden also aufgenommen	2.575	Gr. S
durch die Galle ausgeschieden	0.615	Gr. S

sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.238. Theil von dem in die Blutmasse aufgenommenen. Obwohl dieser Verhältnisswerth aus einer fünftägigen Versuchsreihe hervorgegangen ist, so dürfte er doch nicht ganz fehlerfrei sein. Denn es nahm das Gewicht des Thieres während derselben um 460 Gr. ab, also hatte dasselbe aus seinem eigenen Körper noch schwefelhaltige Stoffe zugesetzt; anderseits aber hatte es am Ende des fünften Tages noch mindestens den Koth bei sich, der von dem Futter desselben stammte. Inwieweit sich diese beiden mit entgegengesetzten Vorzeichen behafteten Posten ausgleichen, muss dahingestellt bleiben. Dem Anscheine nach dürfte sich die wahre Verhältnisszahl noch etwas niedriger stellen, als die oben angegebene. — Trotzdem ist sie viel kleiner als die, welche sich aus *C. Schmidt's* Versuchen ableitet, denn bei ihm beträgt sie in der ersten Reihe 1.18, in der zweiten 0.57 und in der dritten 0.33, ungeachtet dessen, dass in den beiden letzten Reihen sein Thier an Gewicht zunahm, also weniger an schwefelhaltigen Stoffen, als es in der Nahrung aufgenommen, der Zersetzung anheimgab.

Für die zweite und dritte Reihe wollen wir zunächst dieselbe Vergleichung vornehmen.

In der zweiten Reihe erhielt das Thier

mit der Nahrung	7.946	S
es entleerte durch den Koth	0.352	S

es wurden also aufgenommen 7.594 S
durch die Galle ausgeschieden 1.115 S

Sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.147. Theil von dem aus der Nahrung in die Blutmasse übergegangenen Schwefel.

Wenn wir in der 3. Reihe nur die drei Tage berücksichtigen, in welchen die Galle vollständig gesammelt war, so hat das Thier empfangen durch die Nahrung 4.193 S
es entleerte durch den Koth 0.510 S
es wurden also aufgenommen 3.683 S
durch die Galle ausgeschieden 0.637 S

Sonach beträgt der Schwefel der Galle den 0.173. Theil von dem aus der Nahrung in die Blutmasse übergegangenen.

Die Uebereinstimmung zwischen den Verhältnisswerthen aus den Tagen, an welchen das Thier mit Fleisch gefüttert ward, ist eine befriedigende in Anbetracht der zahlreichen Umstände, welche das Resultat zu trüben vermögen. Unter Berücksichtigung dieser letzteren bleibt es denn auch zweifelhaft, ob wir die relativ grössere Schwefelausscheidung bei Blutfutter auf den Unterschied der Nahrung bez. auf eine andere Bindungsart des in ihm vorhandenen Schwefels schieben dürfen.

Ausser der eben angestellten Vergleichung gestatten nun die zweite und dritte Reihe noch andere. So ist es der geringeren Schwefelmenge des Kothes wegen möglich, die Verhältnisszahlen der täglichen Ausscheidungen aufzustellen, indem man der Wahrscheinlichkeit gemäss den Schwefel des Kothes gleichmässig über alle Versuchstage vertheilt. Dann erhält man:

Zweite Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Gallenschwefel	Verhältnisszahl
1	0	0.129	—
2	1.223	0.113	0.092
3	1.278	0.099	0.077
4	1.768	0.170	0.096
5	1.728	0.220	0.127
6	0.968	0.208	0.213
7	0.573	0.176	0.302

Dritte Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Gallenschwefel	Verhältnisszahl
1	1.399	0.183	0.131
2	1.198	0.231	0.193
3	0.906	0.223	0.246

Diesen Zahlen gemäss beschleunigt die Ernährung mit eiweissartigen Stoffen allerdings den Austritt des Schwefels aus der Leber, aber in viel geringerem Grade als die des Stickstoffes in der Harnstoffabscheidung durch die Niere. Denn es wächst die Geschwindigkeit, mit welcher der Schwefel aus der Leber hervorgeht, nicht schon an demselben Tage, an welchem die Menge des Eiweissfutters zugenommen, sondern erst an einem späteren, so dass nun, wenn die Eiweissnahrung schon wieder in einer Abnahme begriffen ist, die Menge des mit der Galle ausgeführten Schwefels noch im Zunehmen sein kann.

Soweit sich aus den Beobachtungen erkennen lässt, welche uns in der betreffenden Litteratur über die Abscheidung der aus den Eiweisskörpern stammenden und durch die Niere ausgeführten Schwefelsäure vorliegen, verhält sich diese dem durch die Leber austretenden Schwefel ähnlich. Wiederholt sieht man ähnliches auch in den hier mitgetheilten Bestimmungen.

Zweite Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Harnschwefel	Verhältnisszahl
3	1.278	0.913	0.714
4	1.768	0.941	0.532
5	1.728	0.878	0.508
6	0.968	1.080	1.116

Dritte Reihe.

Nr. des Tages	Nahrungsschwefel	Harnschwefel	Verhältnisszahl
1	1.399	0.612	0.437
2	1.198	1.078	0.542
3	0.906	0.550	0.607
4	0.234	0.527	2.252

Die Anzahl der Beobachtungen ist zu gering, als dass sie zur Grundlage für ein statistisches Gesetz ausreichten; für unseren besonderen Fall genügen sie jedoch zum Nachweise, dass die Ausscheidung des Schwefels durch die Niere einen viel grösseren Umfang annimmt und viel grösseren Schwankungen unterworfen ist, als die durch die Leber.

Aus der bis dahin geführten Zerlegung der Resultate lässt sich erwarten, dass auch die Summe der Ausscheidungen des Schwefels durch die Niere und die Leber keineswegs in einer Tag um Tag bestimmten Abhängigkeit von den aufgenommenen Eiweissstoffen steht. Denn wie jede einzelne kann auch die

Summe der Ausscheidungen grösser oder geringer als die der Aufnahme werden. Meine Zahlenreihen sind indess zu wenig umfänglich, als dass es sich der Mühe lohnte, sie noch hierauf besonders zu zergliedern.

Nach meinen Erfahrungen kann dem hier in Angriff genommenen Gegenstand erst dann ein vollkommener Erfolg versprochen werden, wenn es gelingt, ein Futter ausfindig zu machen, dessen Schwefelgehalt leicht und sicher bestimmbar und das zugleich so beschaffen ist, dass es von dem Hunde auf die Dauer gern gefressen wird. — Gelänge dieses, so würde man wohl noch manches Beachtenswerthe finden können, indem man die Untersuchung des Harnes mit der der Galle gleichzeitig und nach verschiedenen Richtungen hin unternähme. So gelangt man z. B. sogleich zu einer wie mir scheint beachtenswerthen Frage. Von der täglich aufgenommenen Eiweissmasse wird, den Angaben des Schwefels entsprechend, bis zu einem Viertel innerhalb der Leber in Ausscheidungsprodukte umgewandelt. Unzweifelhaft wird hiebei der Stickstoff des Eiweisses seinem grössten Theile nach schliesslich im Harnstoff erscheinen, denn es fehlt ja bei gewöhnlichen Verhältnissen dem Harne keine dem Schwefel der Galle entsprechende Stickstoffmenge. Sollten nun die Vorgänge bei der Eiweisszersetzung in der Leber durchaus andere sein als in den übrigen Körpertheilen? Sollte nicht auch in anderen neben den nächsten Stammkörpern des Harnstoffes Taurin entstehen? Hierfür spricht in der That das Vorkommen der letzteren Atomgruppe in der Lunge, den Nebennieren und in den Muskeln (des Pferdes). Daraus würde folgen, dass für die chemischen Vorgänge in der Leber nicht etwa die Entstehung des Taurins, sondern nur seine eigenthümliche Bindung bezeichnend wäre.

Ueber die chemischen Bedingungen für die Entstehung des Herzschlages.

Von

Dr. Merunowicz.

Den Sitz der automatischen Erreger des Froschherzens musste man so lange in die Ganglien auf der Vorhofscheidewand und an dem Basalring der Ventrikel verlegen, als die Thatsache aufrecht stand, dass die unteren zwei Drittel der Herzkammer pulslos absterben, wenn sie aus ihrem natürlichen Zusammenhang gelöst sind.

Indess war diese Grundlage von *Bowditch* erschüttert worden. Allerdings hatte auch er gefunden, dass die sogen. Herzspitze in der Regel ohne Zuthun äusseren Reizes schlaglos verharrt, aber es war ihm doch begegnet, dass das genannte Präparat gruppenweise angeordnete Zuckungen vollführte, wenn die Höhle desselben mit einem durch Delphinin vergifteten Blutserum gefüllt war. Diese Beobachtung liess erkennen, dass der Ventrikel durch die Aenderungen und zwar zunächst die der chemischen Bedingungen, unter welchen er steht, zu selbstständigen Schlägen befähigt sei. Es schien von Interesse, diese beiläufig gewonnene Beobachtung methodisch zu verfolgen, was ich auf Veranlassung des Herrn Prof. *Ludwig* gethan habe.

Die Vorbereitungen, welche die zum Versuch benutzte Herzspitze erfahren muss, ist von *Bowditch* und seit ihm auch von Anderen so eingehend beschrieben worden, dass eine nochmalige Darstellung der Einrichtungen des registrirenden Manometers und der Verbindungsart zwischen ihm und der Herzspitze unterbleiben kann.

Da der Ausgangspunkt meiner Versuche eine Vergleichung des Gebahrens bezweckte, welches die Herzspitze darbot, je nachdem ihr Inhalt aus einer reinen oder delphininhaltigen Ernährungsflüssigkeit bestand, so war es natürlich geboten, zuerst die Erscheinungen zu beobachten, welche sich unter der Anwendung von Blut und Blutserum einstellen. In den Mittheilungen

von *J. Rossbach,* welche dem mit Kochsalz verdünnten Kaninchenblute eine andere Stellung zum Froschherzen anwiesen, als sie dem Serum jener Blutart zukommt, lag die Aufforderung, sich nicht blos auf das letztere zu beschränken. Zugleich aber verlangten es die Erfahrungen von *Luciani,* sich bei den Beobachtungen, welche jetzt ausgeführt werden sollten, mit Geduld zu waffnen; denn er hatte gefunden, dass die ernährenden Flüssigkeiten, um ihre volle Wirkung zu entfalten, eine sehr lange Zeit mit dem Herzen in Berührung bleiben müssen.

Aus diesen Gründen füllte ich gleich im Beginn meiner Versuche in den Binnenraum der Herzspitze des Frosches ein Gemenge, das aus einem Theile frischen, geschlagenen Kaninchenblutes und aus vier Theilen 0.6 pCt. Kochsalzlösung bestand. Diese Mischung will ich kurzweg blutige Kochsalzlösung nennen; ich führte sie erst dann ein, nachdem die Herzkammer einige Millimeter unter der Atrioventricular-Furche auf die Canüle geschnürt war, welche die Spitzenhöhle mit den übrigen Stücken des Apparates verbinden sollte. Da ich meine Versuche im November begann, so standen mir sehr lebenskräftige Thiere zu Gebote.

Als die Herzspitze auf beschriebene Art vorbereitet an das Manometer gesetzt war, verhielt sie sich zwar anfangs vollkommen ruhig, nach einer Reihe von Minuten aber traten plötzlich Zusammenziehungen ein und diese dauerten gerade bei dem ersten meiner Versuche mehrere Minuten hindurch in fast regelmässiger Folge und in nahezu ungeschwächtem Umfange fort, trotzdem dass die Flüssigkeitsmasse, welche in die Spitzenhöhle eingeführt war, nicht erneuert und unabhängig davon, ob das mit 0.6 pCt. Kochsalzlösung gefüllte Gefässchen, in welches die Herzspitze bei diesen Versuchen stets eingesenkt wird, entfernt oder auch wieder angesetzt wurde. Man hatte es also mit einer Wirkung des verdünnten Blutes zu thun, die an der isolirten Herzspitze dasselbe, wie am unversehrten Herzen hervorbrachte. Diese Beobachtung musste zunächst verfolgt werden; inwieweit dies geschehen, werde ich zunächst mittheilen.

Die Versuchsreihe wurde mit einer öfteren Wiederholung des eben mitgetheilten Experimentes begonnen. Um gewiss zu sein, dass die etwa auftretenden Schläge durchaus freiwillige waren, wurde von dem Herzen, nachdem es einige Millimeter unter seiner Querfurche auf die Canüle gebunden, alles oberhalb des Fadens liegende Fleisch sorgfältig abge-

schnitten, so dass kein Rest des Ganglienkranzes, welcher die Basis des Ventrikels umsäumt, vorhanden sein konnte. Darauf wurde die an den Apparat gesteckte Spitze sorgfältig mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt unter dem Drucke von einigen Millimetern Quecksilber, der Hahn der Röhre, welche zu dem mit der ernährenden Flüssigkeit gefüllten Behälter führte, geschlossen, so dass die Höhle der Herzspitze nur mit dem Manometer communicirte. Von Aussen her wurde um den Herzrest eine reine oder blutige Kochsalzlösung geschoben, so dass die Oberfläche des Präparates durch eine unveränderlich zusammengesetzte Flüssigkeit befeuchtet war; jede äussere Störung wurde sorgfältig vermieden. Ungeachtet dessen fanden sich nun in 12 aufeinanderfolgenden Versuchen d. h. in allen auf die beschriebene Art vorbereiteten freiwillige Pulsationen ein, die, wenn sie einmal erschienen waren, dann auch lange Zeit hindurch fortbestanden. Dem Leser mag ein Beispiel die Reihe der Erscheinungen verdeutlichen.

Beobachtung 1.

Unmittelbar oberhalb der Ligatur, durch welche die Herzspitze auf die Canüle befestigt ist, sind alle übrigen Herztheile abgeschnitten. Nachdem die Spitzenhöhle mit blutigem Serum unter einem Drucke von 5 Mm. Quecksilber gefüllt ist, bleibt sie 30 Minuten hindurch in Ruhe, und vollführt erst dann einen Schlag, welcher das Quecksilber um 10 Mm. über seine ursprüngliche Lage hebt. Von nun an folgen die Schläge in den nachstehenden Intervallen:

2. Schlag:	16 Sec. später,		8. Schlag:	12 Sec. später,	
3. -	16 - -		9. -	8 - -	
4. -	16 - -		10. -	16 - -	
5. -	38 - -		11. -	8 - -	
6. -	10 - -		12. -	8 - -	
7. -	16 - -		13. -	10 - -	

Darauf folgen in dem Verlaufe von 8 Min. 4 Sec. 90 Schläge, das längste Intervall zwischen je zweien derselben betrug 9 Sec., das kürzeste 2 Sec. Mit der rascheren Schlagfolge wuchs auch in treppenförmigem Aufsteigen die Höhe der Excursion auf 22 Mm. Quecksilber, auf dem sie sich annähernd erhielt.

Vom 103. Schlage an verlangsamte sich die Pulsfolge; das Intervall stieg nun auf 12 und später auf 20 Secunden, die Excursion sank auf 12 Mm. Quecksilber herab, welche sie schon

nach 3 Schlägen erreichte. Hierauf wurde der Inhalt der Herzspitze entleert und durch frische blutige Kochsalzlösung ersetzt. Alsbald wurden die Schläge wieder häufiger, so dass nun in 100 Sec. 25 Schläge vollführt wurden, wobei das kürzeste Intervall 2 Sec. und das längste 8 Sec. dauerte; die Excursion erhob sich allmälig auf 14 Mm., bei der sie sich bis zum Schlusse erhielt.

Alle übrigen Versuche, die nach dem Vorbilde des mitgetheilten angestellt waren, verhielten sich im Wesentlichen ähnlich. Niemals begann das freiwillige Schlagen unmittelbar nach der Füllung der Spitzenhöhle mit blutiger Kochsalzlösung, aber die Zeit, welche zwischen ihr und dem ersten freiwilligen Schlage verstrich — wir wollen sie die anfängliche oder auch kurzweg die Stille nennen — schwankte zwischen 10 und 60 Min. Aus dieser langen Zeit der Stille mag es sich erklären, dass man früherhin die selbstständige Schlagfähigkeit der Herzspitze übersehen, trotzdem dass man sie schon wiederholt mit ernährender Flüssigkeit gefüllt vor das registrirende Manometer gesetzt hat.

Ebenso veränderlich wie die Dauer der Stille erwies sich auch die des Intervalles zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schlägen. Wiederholt ordnete die Spitze ihre Schläge in Gruppen die denen glichen, welche *Luciani* an den im Bereiche des Vorhofes unterbundenen und mit Kaninchenblut gefüllten Herzen beobachtet hatte.

Auch an der Herzspitze zeigte sich die wiederholte Erneuerung der ernährenden Flüssigkeit nothwendig, wenn die Schlagfähigkeit für längere Zeit erhalten werden sollte, und auch hier fand es sich, dass endlich, meist aber erst nach mehreren Stunden die Schlagfähigkeit erlosch, trotzdem dass die ernährende Flüssigkeit durch neue Portionen ersetzt wurde.

Das Gelingen mit Hülfe der blutigen Kochsalzlösung forderte auch zu Versuchen mit centrifugirtem Serum des Kaninchenblutes auf, das höchstens nur Spuren von Hämoglobin enthalten konnte. Da in der Spitzenhöhle eine geringe Menge von Froschblut enthalten sein konnte, so musste auch dieses zunächst entfernt werden; zu dem Ende ward jene mit einer 0.6procentigen Lösung von chemisch reinem Kochsalz ausgewaschen und mit derselben Lösung gefüllt vor das Manometer gesetzt.

Beobachtung 2.

Mit 0.6procentiger Kochsalzlösung gefüllt und in ein Bad derselben Flüssigkeit eingetaucht verweilte die Herzspitze 90 Min. hindurch in vollständiger Ruhe; hierauf wurde die Kochsalzlösung durch centrifugirtes Kaninchenserum ersetzt. Mit diesem verweilte die Herzspitze 42 Min. hindurch in Ruhe und schlug dann plötzlich, ohne dass eine Erneuerung der Inhaltsportion stattgefunden, in folgender Ordnung:

Ordnungs-zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs-zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs-zahl d. Schläge	Intervalle		Ordnungs-zahl d. Schläge	Intervalle	
	Min.	Sec.		Min.	Sec.		Min.	Sec.		Min.	Sec.
1	—	—	11	—	7	21	—	8	31	—	11
2	3	—	12	—	4	22	—	38	32	—	12
3	2	56	13	1	8	23	—	35	33	1	47
4	—	11	14	—	9	24	—	44	34	—	2.3
5	—	8	15	—	19	25	—	20	35	—	2.3
6	—	6	16	—	12	26	—	20	36	—	2.3
7	—	9	17	—	15	27	—	20	37	—	2.3
8	—	34	18	—	7	28	1	40	38	—	2.3
9	1	36	19	1	24	29	—	21	39	—	2.3
10	—	27	20	—	16	30	—	5	40	—	12
									41	—	3

Die Excursion dieser Pulse, welche in sehr unregelmässigen Gruppen aufeinander folgten, waren einander sehr annähernd gleich; sie lagen zwischen 30 und 34 Mm. Quecksilber.

Von nun ab führte die mit reinem Serum gefüllte Spitze keinen selbstständigen Schlag mehr aus, trotzdem dass die Flüssigkeit wiederholt erneuert wurde; das Präparat schlug dagegen in der früheren kraftvollen Weise, wenn seine Oberfläche sanft berührt wurde.

3 Stunden 50 Min. nach der ersten Füllung mit Serum wurde dieselbe Flüssigkeit mit einigen Tropfen einer Delphininlösung vermischt in die Spitzenhöhle gebracht. Schon 52 Sec. nachher begann jetzt die Spitze und zwar in folgender Ordnung zu schlagen:

Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle	Zahl des Schlags	Intervalle
1	—	11	1,6 Sec.	21	3 Sec.	31	2 Sec.
2	1 Sec.	12	3 -	22	1	32	4 -
3	6 -	13	3 -	23	4 -	33	2 -
4	3 -	14	3 -	24	3 -	34	3 -
5	3 -	15	3 -	25	2 -	35	4 -
6	1,6 -	16	3 -	26	4 -	36	2 -
7	1,6 -	17	4 -	27	4 -	37	5 -
8	1,6 -	18	4 -	28	2 -	38	4 -
9	1,6 -	19	2 -	29	3 -	39	5 -
10	1,6 -	20	3 -	30	4 -	40	6 -

Die Excursionen, welche in dieser Gruppe vorkamen, nahmen allmälig an Höhe ab. Die ersten betrugen 28, die letzten 24 Mm. Quecksilber.

Obwohl sich die Spitze bei jeder Berührung zusammenzog, so löste sie doch nunmehr freiwillig keinen Puls aus, darum ward 30 Min. nach Verfluss des letzten Schlages blutige Kochsalzlösung eingefüllt. Schon nach dem Verlauf von einer Minute erschien eine Gruppe von 50 Schlägen, die in 108 Sec. ablief. Die Excursion des ersten derselben betrug 40, die des letzten 30 Mm. Hg. — Da in der auf diese Gruppe folgenden Minute nur noch zwei Schläge fielen, so unternahm ich eine zweite Füllung mit blutiger Kochsalzlösung, der schon nach wenigen Secunden eine neue Gruppe von 150 Schlägen folgte; der eigenthümliche Verlauf derselben ist in der nachstehenden Zahlenreihe dargelegt. Die in dem ersten Stabe der Tabelle eingetragenen Zahlen bedeuten die fortlaufende Zeit in Secunden; die im zweiten Stabe aufgeführten Zahlen geben an, wie viel Schläge in dem zugehörigen Zeitraum von 8 Sec. ausgeführt wurden.

Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden
8	4	88	5,75	168	7
16	5	96	5	176	7
24	5,57	104	5	184	9
32	6	112	6	192	9
40	5,75	120	5,75		
48	6	128	6		
56	5,75	136	6,5		
64	5,50	144	8,5		
72	4,75	152	8		
80	5	260	8		

Diese Gruppe zeichnet sich vor den bisher bekannt gewordenen dadurch aus, dass die Schlagfolge mit der fortschreitenden Zeit im Allgemeinen beschleunigt wird und dass ganz plötzlich das Herz stillsteht, sowie die rascheste Schlagfolge erreicht ist. Die Excursionen der Schläge nahmen vom ersten an, bei dem sie 32 Mm. betrug, allmälig bis zum letzten ab, welche das Quecksilber nur auf 14 Mm. hob. Da abermals nach dieser Gruppe während des Verlaufs von mehreren Minuten nur ein Schlag erfolgte, so wurde zum 3. Male blutige Kochsalzlösung eingefüllt. Einige Secunden, nachdem dies geschehen, begann wiederum eine Gruppe, deren zeitlicher Ablauf in der folgenden Tabelle dargestellt ist.

Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secunden
8	?	96	3	184	4
16	2	104	3,5	192	5
24	3,75	112	3,5	200	5
32	3,25	120	3,5	208	5
40	3	128	3,5	216	6
48	3,25	136	3,5	224	7,25
56	3	144	4	232	8,5
64	3	152	4	240	8,25
72	3	160	4	248	9,75
80	3	168	3	256	11
88	3	176	4	264	12

Also auch hier nahm mit der fortschreitenden Zeit die Schlagfolge zu und die Excursionen der aufeinanderfolgenden Schläge sanken in ähnlicher Weise, wie in der vorher beschriebenen Gruppe allmälig vom Anfang gegen das Ende hin herunter. Als aber diese Reihe von Schlägen abgelaufen war, stand das Herz nicht still, sondern es pulsirte in mässigen Intervallen von 4—6 und später von 8 Secunden weiter. Um zu erfahren, ob eine neue Füllung nochmals im Stande sei, eine Gruppe von den Eigenschaften der beiden vorhergehenden zu erzeugen, wurde die Spitze zum vierten Male mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt. Diese veranlasste sogleich eine Reihe von 20 Schlägen, welche in Intervallen von je 2 Secunden aufeinanderfolgten, dann trat eine Pause von 36 Secunden ein und nun fand sich eine Gruppe ein, deren zeitlicher Ablauf in den folgenden Zahlen verzeichnet ist.



Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secund.	Fortlaufende Zeit in Secunden	Schläge in 8 Secund.
16	2	136	6
24	2,5	144	7
32	2,5	152	7,75
40	2,5	160	8,25
48	2,5	168	9,50
56	2,5	176	10
64	2,5	184	11
72	2,5	192	12
80	2,5	200	12
88	3,0	208	13
96	4	216	11,5
104	5	224	13
112	4	232	13,5
120	5	240	15
128	5		

Um den Charakter, der dieser und den vorhergehenden Gruppen eigen war, deutlicher hervortreten zu lassen, gebe ich in Fig. 1 ein Ebenbild derselben.

Sechszehn Secunden nach Vollendung dieser Gruppe erschienen wiederum Schläge, bald häufiger, bald seltener mit Excursionen, die annähernd denen der ersten Schläge der Gruppe gleich waren.

Auch noch eine fünfte Füllung rief Erscheinungen hervor, wie die vorausgegangenen. Zuerst nämlich eine Gruppe von 9 Schlägen in regelmässiger Folge; darauf entstand eine Pause von etwas über 3 Minuten, während welcher die Herzspitze durch eine sanfte Berührung ihrer Aussenfläche zum Schlagen veranlasst werden konnte. Hinter dieser langen Pause folgte plötzlich eine Gruppe von 106 Schlägen mit den wiederholt beschriebenen Kennzeichen.

Fig. 1.

Die mit delphininhaltigem Serum vergiftete Herzspitze wird mit blutiger Kochsalzlösung ausgewaschen. — Zeile 1 zeigt eine Gruppe von Pulsen mit einer sehr eigenthümlichen Anordnung. — Zeile 2 ist die unmittelbare Fortsetzung der ersten. — Zeile 3 zeigt eine ähnliche Gruppe nach erneuerter Füllung mit blutiger Kochsalzlösung.

Dieser so ausführlich mitgetheilte Versuch gewährt die Ueberzeugung, dass auch ein hämoglobinfreies Blutserum in der abgeschnittenen Herzspitze freiwillige Zusammenziehungen wecken kann, aber es scheint doch, als ob seine Leistungsfähigkeit hinter der der blutigen Kochsalzlösung zurückstehe. Diese letztere hat auch ein entschiedenes Uebergewicht über das mit Delphinin vergiftete Serum, keinenfalls aber kommt diesem letzteren Gifte eine specifische Wirkung für die Wiederbelebungen der scheintodten Herzkammer zu, wenn es auch vielleicht eine eigenthümliche Wirkung auf zeitliche Wiederkehr der Schläge übt. Für die weitere Verfolgung meiner Aufgabe war somit sein Gebrauch nicht nothwendig. Wie andere Versuche mich lehrten, muss man bei der Dosirung dieses Giftes sehr vorsichtig sein, da es häufig selbst in sehr kleinen Gaben den Ventrikel rasch abtödtet.

Aus den mitgetheilten Erfahrungen über die abgeschnittene Herzspitze, welche mit blutiger Kochsalzlösung, mit reinem und mit einem durch Delphinin vergifteten Serum gefüllt war, ergiebt sich, dass in dem Bereiche der Herzspitze eben so gut wie in dem des Vorhofes und der unmittelbar an der Querfurche gelegenen Kammertheile automatische Erreger des Herzschlages enthalten sind.

Wenn sich nun auch die Herzspitze grundsätzlich nicht von dem ganzen Herzen unterscheidet, so bestehen doch zwischen den von beiden hervorgerufenen Erscheinungen mannigfache Abweichungen. Zunächst fällt die anfängliche Stille der Spitze auf. Jedermann weiss, dass der in Verbindung mit dem Vorhof ausgeschnittene Ventrikel des Froschherzens auch bei einer Armuth an Blut, die an einen vollkommenen Mangel desselben grenzt, noch weiter schlägt. Warum unterlässt nun die vom übrigen Herzen abgeschnittene Spitze das Schlagen, trotzdem dass sie durch ihre inneren Einrichtungen hierzu befähigt ist? und wenn sie zur Entwickelung der inneren Reize einer ernährenden Flüssigkeit wie z. B. der blutigen Kochsalzlösung bedarf, warum verstreicht zwischen der Einfüllung dieser und dem Beginne des Schlagens ein so langer Zeitraum? Um dieses zu erklären, kann man entweder annehmen, dass in dem abgeschnittenen Ventrikel die Befähigung zum freiwilligen Schlagen nur latent enthalten sei, weshalb es, um sie zur vollen Entwickelung

zu bringen, erst einer Reihe von chemischen Aenderungen bedarf, welche u. A. durch die blutige Kochsalzlösung herbeigeführt werden kann. Aus bekannten Gründen, die in der geringen Diffusionsgeschwindigkeit der organischen Blutbestandtheile und in der Langsamkeit der physiologisch-chemischen Prozesse gelegen sind, würde sich die lange Dauer der Stille begreifen lassen.

Dieser Erklärung könnte man ohne Einwendungen beipflichten, wenn nicht noch die folgende zweite möglich wäre.

In Analogie mit den Erscheinungen, welche man, wie bekannt, nach dem Durchschneiden und Reizen des Vorhofes findet, könnte man zu glauben geneigt sein, dass zwar die Herzspitze auch nach dem Abschneiden mit der vollen Befähigung zum selbstständigen Schlage begabt sei, dass aber die in ihr vorhandene Leistungsfähigkeit durch den Act des Abschneidens oder des Abbindens unterdrückt werde. Die Dauer der Stille würde demgemäss die Zeit angeben, während welcher der in der Schnittfläche hervorgerufene Zustand befähigt sei, die in der Herzmasse entwickelten Anregungen niederzuhalten. Bei der Abwesenheit eines ernährenden Stoffes könnte möglicherweise diese Zeit genügen, um irgend welches reizbare Stück der Kammer zum Absterben zu bringen, was bei der Anwesenheit der blutigen Kochsalzlösung vermieden würde.

Zur Entscheidung dieser Alternative brachte ich das Herz mit seinem Vorhofe vor das registrirende Manometer, füllte es mit blutiger Kochsalzlösung, liess es dort unter mehrmaliger Erneuerung des Inhaltes schlagen, und nach einer Zeit, welche die grösste Dauer der beobachteten Stillen übertraf, unterband ich die Kammer einige Millimeter unterhalb der Querfurche. Wäre die Unterbindung als solche die Ursache der Stille gewesen, so hätte man erwarten müssen, dass dieselbe auch noch dann eintreten würde, wenn die Unterbindung nach einer Zeit angelegt, in welcher das blutige Serum wegen genügend langer Berührung mit der Herzkammer dieser die Befähigung zum freiwilligen Schlagen ertheilt hätte. Dieses ist nicht der Fall. War das Herz schon eine Stunde hindurch mit der blutigen Kochsalzlösung gefüllt gewesen, bevor dessen Spitze abgebunden wurde, so setzte sich in einer ganzen Reihe von Versuchen das freiwillige Schlagen sogleich fort. Der Act der Unterbindung bewirkte allerdings in der Mehrzahl der Fälle sogleich eine beschleunigte Schlagfolge, ganz in derselben Weise, wie man sie in dem Versuche von

Stannius sieht, wenn man eine Ligatur unmittelbar in die Herzfurche anlegt. Jenseits dieser ersten durch das Zuziehen des Fadens bewirkten Schläge trat auch zuweilen eine Pause von einigen Minuten ein, öfter aber fehlte diese und es setzte sich das Schlagen ununterbrochen fort. Bei der Unregelmässigkeit der Pulsation unseres Präparates muss man, wie mir scheint, ein weit grösseres Gewicht auf die Fälle legen, in welchen das Schlagen ohne Unterbrechung weiter ging. Durch sie ist jedenfalls bewiesen, dass in dem betreffenden Herzen von Seiten der Ligatur keine Veranlassung zur Entstehung einer Pause gegeben wird. Zur Veranschaulichung eines solchen Vorkommens möge die Figur 2 dienen.

An diesem Orte dürfte es schicklich sein zu erwähnen, dass ich mich nicht immer damit begnügt habe, nur die eine Ligatur gleich unterhalb des oberen Drittheils der Kammer zu schlingen. An einer Anzahl von Herzen habe ich nach der ersten Umschlingung noch eine zweite tiefere folgen lassen; wie-

Fig. 2.

Ligatur.

1

2

Nachdem die mit blutiger Kochsalzlösung gefüllte Herzkammer eine Stunde lang geschlagen hatte, wird die Herzspitze am Apparate selbst mittelst einer festen Ligatur abgetrennt. — Die Hälfte der ersten Zeile zeigt die Pulse der ganzen Herzkammer, die zweite Hälfte der Zeile die Pulse der Herzspitze sogleich nach vollendeter Unterbindung. — Zeile 2: die weitere Fortsetzung der Pulsation der Herzspitze nach einer Pause von einer Minute.

derholt ereignete es sich, dass auch dann noch der kleine Rest selbstständig fortpulsirte.

Ganz dieselbe Reihe von Erscheinungen trat auch dann ein, wenn das Herz statt der blutigen Kochsalzlösung mit hämoglobinfreiem Serum gefüllt war. Zur Darstellung des Beweises, dass die Ligatur als solche für den Eintritt der Anfangspause nicht verantwortlich gemacht werden kann, eignet sich das Serum jedoch weniger gut, weil das letztere, wie bekannt, gewöhnlich nicht zur regelmässigen, sondern zur gruppenweisen Schlagfolge führt.

In Rücksicht auf das Verfahren, welches bei der Ausführung der Umschnürung zur Verwendung kam, bemerke ich noch ganz ausdrücklich, dass die letztere zu einer Zeit ausgeführt wurde, in welcher die Spitzenhöhle mit dem ins Freie mündenden Glasrohre in offener Verbindung stand. Es konnte sich also im Innern des Präparates kein höherer als der atmosphärische Druck entwickeln. —

Aus den Erfahrungen an den Herzen, bei welchen das obere Dritttheil der Kammer erst dann abgebunden war, nachdem die Höhle schon vorher mindestens eine Stunde hindurch mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt gewesen, geht hervor, dass die Ursache der Stille in einem besonderen Zustande der Kammerwand, nicht aber in der Umschnürung als solcher bezw. in einem durch sie bedingten Reize gelegen sei.

Wenn aber der aus dem lebenden Thiere herausgeschnittene Ventrikel nicht von selbst schlägt, wohl aber der überlebende, welcher eine bestimmte Zeit hindurch mit blutiger Kochsalzlösung gespeist war, so dürfte es auch schwerlich verwehrt sein zu behaupten, dass an dem in der lebenden Brust schlagenden Herzen die Anregung zur Bewegung nicht vom Ventrikel ausgeht; beweisen lässt sich dieses allerdings nicht.

Aber auch dann, wenn die Herzspitze durch die passende Ernährungsflüssigkeit zum freiwilligen Schlagen veranlasst war, ist der Zustand, in dem sie sich nun befindet, dem normalen nicht in allen Stücken gleich. — Die Arbeitskraft des in seinem oberen Drittel unterbundenen Ventrikels ist allerdings eben so gross, wie an dem unversehrten; dieses kann man behaupten, weil die frische mit neuer Lösung gefüllte Herzspitze ihren Inhalt bis zur letzten Spur in das Manometer zu entleeren und dabei, wie wir schon in einzelnen Beispielen gesehen, bedeutende Drücke zu erzeugen vermag. Da nun aber der Umfang der

Herzschläge nach *Bowditch* und *Kronecker* von der Reizbarkeit des Herzmuskels, nicht aber von der Stärke des Reizes ab hängt, so ergiebt sich hieraus die Richtigkeit der eben aufgestellten Behauptung. — Anders stellt es sich mit der Schlagfolge der Herzspitze im Gegensatz zu der des ganzen Herzens, vorausgesetzt, dass beide unter dem Zuthun der blutigen Kochsalzlösung arbeiten. Das noch mit dem Vorhof versehene Herz schlägt bei der Anwesenheit jener Flüssigkeit gewöhnlich in regelmässiger Folge, die Herzspitze dagegen meistens sehr unregelmässig und zwar in der Art, dass nicht einmal die *Luciani*'schen Gruppen ein gewöhnliches Vorkommen bilden. Obwohl die Unregelmässigkeiten in der Schlagfolge und die Aufhebung des Zusammenhanges der Herzspitze mit den anderen Herztheilen gewöhnlich zusammenfallen, so darf man beides doch nicht in einen nothwendigen Zusammenhang bringen und zwar darum nicht, weil man öfter auch Herzspitzen begegnet, die nach ihrer Füllung mit blutiger Kochsalzlösung lange Zeit hindurch vollkommen regelmässig schlagen.

Die grossen Unterschiede, welche die verschiedenen Herzspitzen und öfter auch dieselbe nach verschiedenen Füllungen bezw. zu verschiedenen Zeiten rücksichtlich der Folge ihrer Contractionen darbieten, fesselt das Interesse im hohen Grade. Da die Unregelmässigkeiten der Schlagfolge an Herzspitzen zur Beobachtung kommen, welche mit einer normalen Muskel-Erregbarkeit begabt sind, und da sich die Schläge bald öfter und bald seltener folgen, trotzdem dass die in der Herzhöhle anwesende Flüssigkeit unverändert blieb, so kann man sich die Entstehung der Reize nicht mehr so einfach denken, wie man dieses unter Berücksichtigung der regelmässig wiederkehrenden Pulsationen des unverstümmelten Herzens bisher gethan. Keinenfalls reicht man nach den vorgelegten Erfahrungen mit der Annahme aus, dass im Herzen eine Einrichtung gelegen sei, welche sich fortwährend einen Theil des gebotenen Nahrungsstoffes aneigne, denselben umforme und damit in sich allmälig einen Spannungsgrad erzeuge, welcher die Entladung eines Reizes und damit den Verlust der aufgesammelten Reizungsursache bedinge. Wäre dem so, so müsste irgend welche Gesetzmässigkeit in der Folge der Herzschläge sichtbar werden. Da dieses mit den Pulsen der Herzspitze durchaus nicht immer der Fall war, da trotz der Anwesenheit einer vollkommen tauglichen Ernährungsflüssigkeit die Schläge weder nach einem stets gleichen noch einem



regelmässig wachsenden, noch einem periodisch veränderlichen Intervalle auftreten, so müssen von vornherein alle Erklärungsversuche ausgeschlossen werden, welche zu irgendwelcher Regelmässigkeit in der Pulsfolge hinführen.

Weil nun die Beobachtungen, welche von Anderen an dem im Vorhofe unterbundenen Herzen angestellt wurden, zu der Erkenntniss geführt haben, dass die chemische Zusammensetzung der in die Höhle gebrachten Flüssigkeit von wesentlichem Einfluss auf die Schlagfolge ist, da fernerhin durch meine Versuche erwiesen wurde, dass durch die Zufügung von blutiger Kochsalzlösung eine Herzspitze zu freiwilligen Zusammenziehungen veranlasst werden kann, so wurde es nothwendig, die Zusammensetzung der eingefüllten Flüssigkeit noch weiter zu variiren, um die Abhängigkeit der Schlagfolge von den Eigenschaften des Herzinhaltes genauer festzustellen. Zu Versuchen dieser Art eignet sich kein Theil des Herzens so sehr, als die Herzspitze. Weil ihr die Blutgefässe fehlen, so werden ihre irritablen Bestandtheile nur auf dem Wege der Diffusion oder der Filtration von den Flüssigkeiten durchdrungen, welche in dem Binnenraum des Herzens enthalten sind. So kann man ohne Schwierigkeit jeden beliebigen diffusibeln Stoff sicher zwischen die Bestandtheile der Wand befördern.

Die Reihe der Beobachtungen mit veränderlicher Zusammensetzung der in die Herzhöhle gefüllten Flüssigkeit begann ich mit der Anwendung einer Kochsalzlösung, welcher verschiedene Mengen desselben Blutes zugesetzt wurden. Die Herzspitze, die diesem Versuche unterworfen wurde, zeigte die Eigenthümlichkeit, dass nach dem Wechsel der Füllung jedes Mal eine Reihe von Schlägen auftrat, die in annähernd gleichmässigen Intervallen aufeinander folgten. Nach dem Ablaufe der so beschaffenen Reihe stellte sich dann eine Pause ein, nach deren Verfluss die Pulse in weit grösseren Intervallen als anfangs aufeinander folgten. Bei dieser Beschaffenheit der Erscheinung zog ich nur die zu den Anfangsreihen gehörigen Pulse in Betracht. Hiezu wurde ich durch die Ueberlegung bestimmt, dass, weil die Blutlösungen ihre erholende Kraft durch ihr Verweilen im Herzen einbüssen, die stark verdünnten Lösungen schon nach kurzer Zeit bedeutend an Wirksamkeit verloren haben mussten.

Die Beschaffenheit der Erscheinungen zeigt der Holzschnitt und die Tabelle, die Bedeutung ihrer Zahlen wird durch die entsprechenden Ueberschriften deutlich sein.

Fig. 3.

Die Herzspitze wird zuerst mit einer Kochsalzlösung gefüllt, die 20 pCt. Blut enthält. Die Wirkung derselben ist aus der ersten Reihe zu ersehen. Hierauf wird die Herzspitze bis zum Verschwinden der Pulse mit reiner Kochsalzlösung ausgewaschen und mit einer Kochsalzlösung, die Blut enthält, gefüllt. — Reihe 2. Nach völligem Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung kommt eine NaCllösung mit 9,1 pCt. Blutgehalt, hierauf eine mit 3.59 pCt. Blutgehalt zur Anwendung. — Reihe 3. Kochsalzlösung mit 3,2 pCt. Blutgehalt, dann mit 2 pCt. und mit 1 pCt. Blutgehalt. Dazwischen wurde immer reine Kochsalzlösung angewendet. — Reihe 4. Wirkung einer Kochsalzlösung mit 0.5 pCt. Blutgehalt, dann 0.25 pCt. — Reihe 5. Wieder 0.5 pCt. bluthaltige Kochsalzlösung, dann nur 0.12 pCt. Blut enthaltende Kochsalzlösung. — **Reihe 6. Zum dritten Mal** 0.5 pCt. Blut enthaltend **kochsalzhaltig. — Reihe 7. 1 pCt. Blut.**

Reihenfolge der Füllungen	Procentgehalt der NaCllösung an Blut	Excursion der Schläge	Intervall der Schläge als Zeiteinheit 1 Mm. Papierlänge	Zahl der Schläge einer Reihe
1	20 pCt.	46 mm.	10,5.	12
2	4,8 -	24 u. 22 mm.	5,7	10
3	9,1 -	34 mm.	6,7	18
4	3,8 -	10,17 -	2. u. 9,5	20
5	3,2 -	22 -	2. - 6	8
6	2,0 -	26 u. 22 mm.	3. - 5	20
7	1 -	18 mm.	3. - 4	20
8	0,5 -	6 -	2,5- 6	17
9	0,25 -	2 -	2. - 5	20
10	0,5 -	5 -	2. - 7	16
11	0,12 -	1 -	2. - 5	26
12	0,25 -	0,5 -	2. - 4	24
13	0,5 -	0,5 -	?	?
14	1 -	4 -	3. u. 5	46
15	20 -	34 -	? 1)	13

Die 3 ersten in tetanischer Folge

Wenn man die in der zweiten Reihe aufeinander folgenden Gehalte der Kochsalzlösung an Blut mit den Excursionen der Schläge vergleicht, welche in der dritten Reihe aufgeführt sind, so ist leicht zu erkennen, dass diese letzteren mit dem sinkenden Procentgehalt an Blut abnehmen und mit dem zunehmenden wieder steigen. Als der Procentgehalt der eingefüllten Lösung im Blut gegen Ende des Versuches wieder zunahm, erhob sich die Excursion allerdings nicht ganz auf die Höhe, welche ihr beim Beginn des Versuches unter demselben Blutgehalte der Kochsalzlösung eigen gewesen war. Diese Abweichung wird theils auf die Rechnung der Ermüdung, zum Theil aber auch darauf zu setzen sein, dass die Muskelsubstanz, welche durch die vorhergehende Einwirkung der verdünnten Blutlösung verändert war, bei der kurzen Anwesenheit der dichteren noch nicht wieder auf den Zustand zurückgebracht wurde, den sie früher besessen, als die Blutlösungen sich in umgekehrter Ordnung folgten. Wie dem auch sei, keinenfalls kann durch die kleinen Abweichungen der grosse Unterschied verdeckt werden, welchen der abnehmende Gehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut auf den Umfang der Excursion übt.

Vergleicht man dagegen die vierte Reihe, in welcher die Intervalle je zweier aufeinanderfolgender Schläge verzeichnet

1) Mit sehr unregelmässiger Folge, im Anfang tetanisch.

sind, so tritt nun die Thatsache hervor, dass die Häufigkeit der Pulse zunimmt, wenn der Gehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut in der Abnahme begriffen ist. Diese Regel gilt, wie ich noch einmal betone, zunächst nur für die ersten Schläge, welche unmittelbar nach jeder neuen Füllung auftreten.

Indem man die Ergebnisse dieser Vergleichung kurz zusammenfasst, könnte man sagen, der höhere Procentgehalt der Ernährungsflüssigkeit im Blut steigert die Erregbarkeit des Muskels, der niedere dagegen beschleunigt die Entladung der Reize.

Wollte man aber diesen Satz durch den vorliegenden Versuch noch nicht für begründet erachten, so würde man ihm doch jedenfalls zugestehen müssen, dass es nothwendig sei, bei der Betrachtung verschiedener Ernährungsflüssigkeiten die Wirkungen derselben auf den Umfang der Zusammenziehung und auf die Entwickelung der Reize wesentlich auseinander zu halten. Diese Bemerkung wird in ihrer vollen Bedeutung in den nun folgenden Versuchsreihen hervortreten, in welchen ich statt des Blutes Salzlösungen in das Herz füllte.

Wirkung einer wässerigen Lösung von 0.6pCt. chemisch reinen Kochsalzes. Kommt eine solche Lösung in das Innere der Herzspitze, so verändern sich die Eigenschaften der Muskeln zugleich mit denen des inneren Erregerwerkes. Um ihre Wirkungen zu beobachten, führte ich zuerst durch die Spitze so lange die Kochsalzlösung, bis sie vollkommen wasserklar aus derselben abfloss. Darauf wurde die ins Freie führende Röhre geschlossen, und das Herz jedesmal unter einem bekannten Drucke gefüllt. War dieses geschehen, so liess ich das Herz in das Manometer hineinarbeiten, und entfernte erst nach dem Verlaufe von Minuten die bis dahin vorhandene Inhaltsportion und ersetzte dieselbe durch eine neue. Bei diesem Verfahren fällt selbstverständlich der Anfang der registrirten Beobachtungen nicht zusammen mit dem Beginn der Kochsalzwirkung auf das Herz. Um den Unterschied dieser beiden Zeiten nicht so zu verlängern, dass hierdurch ein wichtiges Stadium der Wirkung ausfällt, ist es geboten, das Ausspülen des Blutes nach Kräften zu beschleunigen. Gewöhnlich reicht der Durchgang von 20 bis 25 Ccm. Lösung aus, um die gewünschte Absicht zu erreichen.



Schon nach Vollendung der ersten Füllung, also mit dem Beginne des Versuches zeigte sich, dass der Umfang der Zusammenziehung im Vergleich zu denen, welche während der Anwesenheit des Serums oder des Blutes aufgetreten waren, um ein Bedeutendes abgenommen hatte. Wenn, wie es sich sehr häufig ereignet, die Pulse im Beginn des Versuches sehr rasch aufeinander folgen und bei längerer Anwesenheit desselben Lösungsantheiles seltener werden, so nimmt damit ihr Umfang um ein geringes zu. Bei noch weiter fortgesetzter Anwesenheit der Lösung sinkt aber auch allmälig der Umfang der seltener erscheinenden Herzschläge. Entleert man, nachdem dieses eingetreten, das Herz, und füllt es mit einem neuen Lösungsantheile, so erhebt sich der Umfang der nun auftretenden Zusammenziehung um ein geringes, sinkt aber bei fortdauernder Anwesenheit derselben Füllungsportion noch tiefer als bei der ersten. Nach einer dritten und vierten Erneuerung nehmen die Pulse im Vergleich zu den letzten, die vor ihr vorhanden waren, an Umfang allerdings zu, aber innerhalb einer jeden Füllungsperiode allmälig so weit ab, dass sie kaum noch das Quecksilber über die Grundlinie zu erheben vermögen. Endlich verschwinden auch diese letzten Spuren und von nun an kann durch den Wechsel der Füllung keine Pulsation mehr erzeugt werden. Die eben gegebene Darstellung schliesst es in sich, dass die Höhe der Pulse vom Beginn bis zum Ende einer Füllungsperiode stetig abnimmt, wenn die zeitliche Folge derselben von vornherein eine mässig beschleunigte war.

Die Zahl der Füllungen, welche nöthig ist, um den Umfang der Pulsationen bis zur Unsichtbarkeit zu verkleinern, erweist sich für verschiedene Herzen und für verschiedene Zustände desselben Herzens ungleich gross. Nicht selten findet es sich, dass schon unmittelbar nach dem Auswaschen der letzten Blutreste jede sichtbare Spur der Pulsation verschwunden ist, während andere Male auch noch durch die sechste und siebente Füllung die Pulsation von Neuem geweckt wird. Wie mannichfaltig sich aber auch die Widerstandsfähigkeit der Herzen gestalten mag, so stimmen doch alle darin überein, dass sie die Befähigung zur Zusammenziehung verlieren, wenn die Anwendung der Kochsalzlösung genügend lange fortgesetzt werde. Pulsirt aber ein Herz, das vorher geschlagen, in Folge der Kochsalzwirkung schliesslich nicht mehr freiwillig, so hat es auch die Befähigung

verloren, durch einen Inductionsreiz oder durch Berührung seiner äusseren Flächen in Contractionen zu gerathen. Aber auch in diesem Zustande sind die Herzmuskeln nicht abgestorben, sondern nur ermüdet, denn die freiwilligen Pulse erscheinen von Neuem, sowie eine blutige Kochsalzlösung in dieSpitzenhöhle gebracht wird. Zur Veranschaulichung der bisher beschriebenenErscheinungen möge die Figur 4 dienen.

Durch diese Thatsachen empfangen die Beobachtungen von *H. Kronecker* ihre volle Bestätigung, zugleich aber befinden sich dieselben in Uebereinstimmung mit einem von *Bowditch* aufgestellten Satze, nach welchem der Umfang der Zusammenziehung der Herzen von der Grösse der Muskelreizbarkeit, nicht aber von derjenigen des Reizes abhängt.

Nicht minder bemerkenswerth als diejenigen, welche der Umfang des Schlages erfährt, ist die Aenderung, welche durch die Kochsalzlösung in der Pulsfolge hervorgerufen wird. Diese letztere tritt in mehrfacher Gestalt auf.

Wenn die Spitze vor der Einfüllung der Kochsalzlösung freiwillig pulsirte, so pflegt dieses auch unmittelbar nach derselben zu geschehen. In sehr zahlreichen Fällen, deren Beschreibung ich voranstellen will, beschleunigt

Fig. 4.

1 2 3

Die mit blutiger Kochsalzlösung gefüllte Herzspitze wird mit reiner Kochsalzlösung ausgewaschen. — Zeile 1 giebt die Pulse der Herzspitze die mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt ist. — Zeile 2. Nachdem 25 Ccm. reiner Kochsalzlösung durch die Herzspitze durchströmten. — Zeile 3. Noch 5 Ccm. reiner Kochsalzlösung wurden durchgeleitet.

sich mit dem Eintritte der Kochsalzfüllung die Pulsfolge sehr beträchtlich, häufig genug so weit, dass während der zwischen zwei Schlägen gelegenen Pause die Muskelmasse nicht Zeit genug findet, um auf den Umfang des ruhenden Herzens zurückzukehren, es bildet sich dann eine verschmolzene Pulsreihe. Wenn aber die eingefüllte Portion länger als eine halbe Minute in der Herzhöhle verweilt, kehrt der Schlag allmälig weniger oft zurück, bis endlich lange Pausen zwischen einzelnen oder gruppenweise angeordneten Schlägen auftreten. Durch eine Erneuerung der Kochsalzlösung vermag man dann dieselbe Reihe von Erscheinungen noch einmal hervorzurufen; nach Vollendung der neuen Füllung oder auch schon während ihres Eintrittes beschleunigt sich der Herzschlag abermals und geht dann wie vorher zu einer langsameren Folge über. An nicht wenigen Herzen lässt sich dieses siebenmal wiederholen, bis endlich die Excursionen der Pulse verschwinden. Nun wird man häufig im Zweifel bleiben, ob die Ursache des Herzstillstandes in der Ermüdung der Muskeln oder im Erlöschen der inneren Reize gelegen sei; dieser lässt sich nur dann lösen, wenn man durch den Inductionsfunken eine Zuckung hervorrufen kann; alsdann darf man mit Sicherkeit behaupten, dass die Ursache des Stillstandes in dem Mangel des inneren Reizes ruhe; gelingt dieses dagegen nicht, weil der Muskel vollkommen ermüdet ist, so muss es allerdings dahingestellt bleiben, ob nicht auch in dieser Zeit innere Reize auf den nicht mehr antwortenden Muskel wirken.

Der Gegensatz, in welchem die blutige und die reine Kochsalzlösung rücksichtlich ihrer Wirkung auf die Pulsfolge zu einander stehen, kommt recht deutlich zur Anschauung, wenn man auf die Füllung des Herzens mit reiner eine solche mit blutiger Kochsalzlösung folgen lässt. Durch diese letztere kehrt sogleich die vor der Kochsalzlösung anwesende langsame Pulsfolge wieder. Durch die Verlangsamung der Pulsfolge nach dem Wiedereintritte der blutigen Kochsalzlösung wird auch demjenigen, der mit den Versuchen am Froschherzen weniger vertraut ist, deutlich werden, dass die Erschütterung, welche das Präparat durch den Wechsel der Flüssigkeiten erleidet, keineswegs die rasche Pulsfolge veranlasst hat, wie sie nach der Zuführung des Kochsalzes zur Beobachtung kam. Wer sich vielfach mit dem ausgeschnittenen Froschherz und seiner Arbeit an dem Manometer befasst hat, weiss zudem, dass Umfüllungen von Flüssigkeiten, die mit

einem mässigen Grade von Sorgfalt ausgeführt werden, keine Veranlassung zu einer einzigen, geschweige denn zu einer Reihe rascher Pulse geben können, wie sie in den unter Fig. 4 abgebildeten Fällen auftreten.

An die gegebene Schilderung dieser häufig vorkommenden Fälle knüpfen sich sogleich einige Betrachtungen an. Das Auftreten des raschen Pulses, die gleichsam krampfhafte Folge desselben unmittelbar nach der Verdrängung des Blutes durch Kochsalz kann nicht auf Rechnung des Blutverlustes geschoben werden, wie man dieses mit den Krämpfen zu thun pflegt, die mit einer plötzlich eingetretenen Anaemie des verlängerten Markes entstehen; dagegen spricht die Wiederkehr der verschmolzenen Pulsreihe, wenn zum zweiten und dritten Male eine Kochsalzportion, welche längere Zeit im Herzen verweilte, durch eine neue ersetzt wird. Als hier der Wechsel der Lösung stattfand, war gar kein Blut in dem Herzen. So bleibt denn nur die Annahme übrig, dass die plötzliche Beschleunigung des Pulses in einer Wirkung des Kochsalzes selbst begründet sei. Da aber eine Kochsalzportion bei länger dauernder Anwesenheit in der Herzhöhle ihre Befähigung zur Unterhaltung der beschleunigten Pulsfolge verliert, das Herz jedoch sogleich wieder rascher schlägt, wenn die Lösung erneuert wird, so muss die obige Annahme mit dem Zusatz ausgestattet werden, dass sich die Kochsalzlösung während ihrer Berührung mit den Herzwänden hinreichend ändere, um nun das innere Erregerwerk des Herzens nicht mehr in gleicher Weise wie früher beeinflussen zu können. Worin diese Veränderung der Kochsalzlösung bestehe, bleibt freilich unbekannt.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht jedenfalls hervor, dass die reine Kochsalzlösung die Zuckungsfähigkeit des Muskels zum Erlöschen, den Vorgang oder das Werkzeug aber, das die inneren Reize erzeugt, zu einer erhöhten Thätigkeit bringen könne. Hieraus ergiebt sich denn weiter, dass die Reizbarkeit der Muskeln und die Erzeugung der inneren Herzreize von wesentlich verschiedenen Bedingungen abhängen müssen.

Da die Zusammenziehung des Muskels und der Reiz, welcher sie auslöst, Bewegungsvorgänge sind, so kann die Entstehung beider nur aus dem Verbrauch von Spannkräften begriffen werden. Diese letztere können aber sicherlich nicht von dem Kochsalz hergegeben worden sein, oder besser gesagt, es werden aus einer Umsetzung des Kochsalzes die Bewegungen nicht entstanden

sein, welche im Bereich des erregenden Werkzeuges freigeworden sind, da dasselbe wegen seiner neutralen Eigenschaften und wegen der Festigkeit, mit der in ihm die Elemente verbunden sind, an chemischen Umsetzungen innerhalb des Herzens keinen directen Antheil zu nehmen vermag.

Wie aber auch das Kochsalz wirkt, jedenfalls ist die Aenderung, die es an der Beschaffenheit des Herzens hervorbringt, eine äusserst geringe. Denn sonst würde die Geschwindigkeit unverständlich sein, mit welcher der vor der Anwesenheit der Kochsalzlösung vorhandene Zustand wiederkehrt, nachdem die Lösung durch Blut verdrängt wurde. Schon wenige Secunden nachdem dieses geschehen, kehren die Schläge in dem Umfange und in der Folge, in der sie früher bestanden, zurück. Diese überraschend geschwinde Wiederherstellung macht es denn auch zum mindesten fraglich, ob eine Durchtränkung der gesammten Herzmasse mit Blutbestandtheilen dem Wiedererscheinen der vollen Schlagkraft vorausgehen müsse.

Die Erscheinungen, welche bis dahin als Folge der Kochsalzlösung beschrieben sind, ereignen sich nur an solchen Herzen, die vor dem Einbringen des Kochsalzes freiwillig schlugen, entweder, weil sie die entsprechende Zeit hindurch mit bluthaltigen Flüssigkeiten gefüllt waren oder weil ein beträchtlicher Theil des Vorhofs in seiner natürlichen Verbindung mit dem Ventrikel blieb. Wie schon erwähnt, zeichnen nicht alle, wohl aber die meisten Herzen, die auf die genannte Weise vorbereitet sind, unmittelbar nach der Kochsalzfüllung eine Reihe verschmolzener oder zum mindesten sehr rasch aufeinanderfolgender Pulsschläge.

Die Pulsationen fehlen dagegen sicher, wenn die Herzspitze vor ihrer Beschickung mit Kochsalz nicht schon freiwillig schlug, denn das innere Erregerwerk wird durch die Kochsalzlösung niemals aus dem Scheintode, den wir die Stille nannten, erweckt. Auch dieses Verhalten zeigt, dass das Eintreten der raschen Kochsalzpulse einen besonderen Zustand des Herzens voraussetzt.

Diese letztere Annahme empfängt noch eine besondere Beleuchtung durch Erfahrungen an solchen Herzen, die man der Reihe nach mit Blut oder mit einzelnen Bestandtheilen des Blutes erfüllt hatte. In anderen demnächst zu beschreibenden Versuchsreihen wurde dasselbe Herz mit der wässerigen Lösung des alkoholischen Serumauszuges oder mit der wässerigen Lösung der Serumasche u. s. w. gefüllt. Nachdem es viele Minuten mit

den genannten Lösungen in Berührung gewesen, wurden diese durch Kochsalzlösung verdrängt, darauf wurde in die Herzhöhle blutige Kochsalzlösung und nach dieser abermals reine Kochsalzlösung eingebracht. Unter diesen Umständen hatte man Gelegenheit, die Wirkung des Kochsalzes auf dasselbe Herz zu beobachten, nachdem dieses vorher mit verschiedenen Stoffen behandelt worden war.

Da diese Reihen nicht in der Absicht unternommen worden sind, um die Modificationen zu erkennen, welche die Wirkung des Kochsalzes in Folge des Vorausganges verschiedener Lösungen erfährt, so sind sie nicht zur Gewinnung eines vollkommenen Aufschlusses geeignet. Aus einigen Fällen, welche aus mehrfachen anderen hier zusammengestellt sind, ergiebt sich jedoch, dass eine Kochsalz- hinter einer wässerigen Lösung der Serumasche weit wirksamer ist für die Reizbarkeit der Muskeln und für die Auslösung von Reizen, als wenn sie hinter einer blutigen Kochsalzlösung folgt.

Wirkung der Kochsalzlösung nach vorausgegangener Einwirkung einer wässerigen Lösung der Serumasche oder einer blutigen Kochsalzlösung.

Versuch a. Frisches Herz, Kochsalzlösung unwirksam.
3mal Aschenlösung unwirksam.
3mal Kochsalzlösung, jedesmal niedere Pulse Anfangs in verschmolzener Reihe.
Aschenlösung unwirksam.
Kochsalzlösung, Pulse höher als in der letzten Kochsalzfüllung vor dieser Aschenlösung.
Kochsalzlösung kaum wirksam.
Blutige Kochsalzlösung 5mal hintereinander mit wachsendem Erfolge.
Kochsalzlösung, Anfangs verschmolzene Reihe, mit Auflösung in höhere Pulse als in allen früheren Kochsalzlösungen.
Kochsalzlösung kaum wirksam.
Aschenlösung unwirksam.
Kochsalzlösung kaum sichtbare Pulse.
Aschenlösung unwirksam.
Kochsalzlösung höhere Pulse als vorher.

Versuch b. Frisches Herz, Kochsalzlösung, verschmolzene Doppelpulse in grossen Intervallen.
Kochsalzlösung unwirksam.
Aschenlösung unwirksam.
Kochsalzlösung, verschmolzene Pulse, starke Erhebungen, unter Auflösung in Pulse abfallend.

Versuch c. Frisches Herz, Kochsalzlösung, Gruppen sehr niedere Pulse.
Kochsalzlösung unwirksam,
Aschenlösung, Concentration 3fach stärker als die natürliche, fast unwirksam.
Kochsalzlösung, eine Reihe anfänglich sehr hoher, rasch abnehmender Excursionen.
Blutige Kochsalzlösung sehr wirksam.
Kochsalzlösung, kurze Reihe verschmolzener niedriger Pulse.
Kochsalzlösung, kaum sichtbare Wirkung.
Kochsalzlösung unwirksam.

Versuch d. Frisches Herz, Kochsalzlösung, Gruppen sehr niedrige Pulse.
Aschenlösung gut wirksam.
Kochsalzlösung, eine lange Reihe regelmässiger an Höhe allmälig abnehmender Pulse.

Die Autographen, welche in den Figuren 5, 6, 7 wiedergegeben sind, legen das Verhalten des Herzens, das soeben in gedrängter Fassung beschrieben wurde, anschaulich dar.

Fig. 5.

Die Herzkammer wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht, darnach mit concentrirter Lösung der Serumasche gefüllt; dieses zeigt sich ganz unwirksam. — Es wird darauf reine Kochsalzlösung durch das Herz durchgeleitet, und Zeile 1 zeigt die Wirkung derselben. — Zeile 2 nach wiederholter Durchleitung von reiner Kochsalzlösung.

Fig. 6.

Die Herzkammer wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; hierauf mit concentrirter Lösung der Serumasche gefüllt. Zeile 1 zeigt die Wirkung derselben. Als nach 6 Minuten keine Aenderung sich einstellte, wurde das Herz mit reiner Kochsalzlösung gefüllt: in der Zeile 2 ist die Wirkung der Kochsalzlösung dargestellt. — In Zeile 3 sind die Pulse aufgezeichnet, die dasselbe Herz — gefüllt mit blutiger Kochsalzlösung — ausführte.

Da das gesammte Blut und das Blutserum den Ventrikel zu kräftigen Schlägen veranlassen, während ein Bestandtheil desselben, das Kochsalz, den Muskeln die Leistungsfähigkeit nimmt und die Rhythmik des inneren Erregers in abnormer Weise umgestaltet, und da endlich ein Gemenge aus Blut und Kochsalz je nach dem Uebergewichte des einen oder andern Bestandtheiles die Schlagweise des Herzens mehr derjenigen annähert, welche einer von ihnen im reinen Zustand herbeizuführen vermag, so erscheint es nicht mehr ungereimt, nach denjenigen Stoffen des Blutes zu suchen, welche dasselbe zur Erhaltung des normalen Herzschlages befähigen. Der Weg zur Lösung der hier gestellten Aufgabe würde damit betreten sein, wenn man das Blut oder statt dessen das annähernd wirksame Serum in seine Bestandtheile zerlegte

Fig. 7.

Die Herzkammer wird durch öfteres Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; darnach mit concentrirter Aschenlösung des Serums gefüllt. Zeile 1 zeigt die Wirkung derselben. — Nach 3 Minuten wird das Herz mit Kochsalzlösung gefüllt, es erscheinen deutliche Pulse, die in der 2. Zeile wiedergegeben sind. — Zeile 3. Pulse nach der zweiten und dritten Füllung mit reiner Kochsalzlösung. — Zeile 4. Vierte Füllung mit Kochsalzlösung. — Zeile 5. Anfangs die Wirkung der concentrirten Aschenlösung des Serums, dann Wirkung der Kochsalzlösung, die unmittelbar darauf vorgenommen wurde.

und auf das Herz wirken liesse. Hierbei würde sich finden müssen, ob einer der Bestandtheile des Serums für sich allein gerade so wirksam wäre, als alle zusammengenommen. Um hierbei von den verschiedenen Zuständen unabhängig zu werden, in welchen sich die Herzen vor der Anwendung des zu prüfenden Stoffes befanden, ist es nothwendig, alle womöglich auf denselben Anfangszustand zurückzubringen. Dieses suchte ich dadurch zu erreichen, dass ich die noch mit einem bedeutenden Vorhofsreste versehene Herzkammer zuerst mit reiner Kochsalzlösung so lange behandelte, bis die Ausschläge der Pulse unsichtbar wurden. Und weil anderseits ermittelt werden sollte, ob der geprüfte Stoff dieselben Erscheinungen wie das gesammte Blut oder das Blutserum hervorrufe, so wurde, nachdem jener eingefüllt gewesen, schliesslich noch blutige Kochsalzlösung oder Serum in Anwendung gezogen. Der Gang des Versuches stellte sich dementsprechend folgendermassen. Nachdem das Herz im Bereich des Vorhofes auf die Cantüle gebunden, und diese an der richtigen Stelle an den Apparat eingesetzt war, wurde die Höhle des Herzens mit Kochsalzlösung gefüllt und sein Schlag beobachtet. Nachdem die erste Kochsalzportion abgelassen, und durch neue so oft ersetzt war, bis auch durch eine neue Füllung keine Schläge mehr sichtbar waren, wurde eine Lösung desjenigen Blutbestandtheiles angewendet, der auf seine Wirksamkeit geprüft werden sollte. War dieses geschehen, so wurde das Herz von Neuem mit Kochsalzlösung behandelt, bis seine Pulse verschwunden waren. Hierauf kam die blutige Kochsalzlösung an die Reihe; hatte sich ihre Wirkung genügend entfaltet, so wurde das Herz abermals mit Kochsalz beruhigt, und die Lösung des zu prüfenden Stoffes von Neuem eingeführt.

Bei der grossen Zahl der in Betracht kommenden Bestandtheile des Serums musste es den Anschein gewinnen, als ob eine gradweise Zerlegung den Weg des Versuches sehr bedeutend abzukürzen vermöchte. In dieser Absicht prüfte ich zuerst die Wirkungen der Stoffe des Serums, welche durch wässerigen Alkohol nicht niedergeschlagen werden. Um diese zu gewinnen, wurde auf der Centrifuge das Serum des Blutes von etwa 8 bis 10 Kaninchen abgeschieden. Dieses wurde mit dem dreifachen Volumen absoluten Alkohols gefällt, die klare abfiltrirte Lösung eingedampft und der Rück-

stand in einer Wassermenge gelöst, welche an Volumen derjenigen des Serums, aus welchem der Extract bereitet, gleich war. Demgemäss waren die von dem Alkohol nicht gefällten und in Wasser löslichen Bestandtheile in derselben Dichtigkeit im Wasser wie vorher im Serum vorhanden.

Diese Lösung, welche wir den einfachen Alkoholauszug nennen wollen, habe ich dreimal dargestellt und folgende Resultate erhalten:

Versuch 1. Die Kochsalzlösung erzeugte nach mehrmaliger Wiederholung der Füllung Schläge von einer etwa 1 Mm. betragenden Excursion, welche, nachdem der Füllungsanfall verschwunden war, in sehr regelmässiger Folge abliefen; sie konnten jedoch durch weiter fortgesetzte Füllungen zum Verschwinden gebracht werden. Die darauf eingebrachte Lösung des Extractes erzeugte alsbald Pulse von 9 Mm. Excursion, welche regelmässig aufeinander folgten. Nach 35 Schlägen war ihre Excursion auf 5 gesunken, in 6 Minuten waren 30 Pulse geschehen. — Durch eine zweite Einfüllung von Extractlösung erhoben sich die Excursionen unter aufsteigender Treppe auf 26 Mm., nach 57 Pulsen war diese auf 9 Mm. gesunken, während einer Zeitdauer von 6 Minuten folgten sich in regelmässigen Abständen 41 Pulse. — Nach nochmaliger Wiederholung der Füllung erhoben sich unter aufsteigender Treppe die Excursionen auf 31 Mm., die Schläge erscheinen nun aber gruppenweise, die Pausen zwischen je zwei Gruppen waren anfänglich kurz, später aber dauerten sie mehrere Minuten; in diesen konnte das Herz durch Berührung seiner äusseren Fläche zum Schlagen gebracht werden.

Eine Vergleichung mit blutiger Kochsalzlösung wurde nicht ausgeführt. Eine Anschauung vom Verlaufe dieses Versuches giebt Holzschnitt 8. Ein zweiter Antheil derselben Extractlösung welche in Vers. 1 zur Anwendung gekommen war, wurde bei einem zweiten Herzen benutzt; während der Auswaschung mit Kochsalz erwies sich dieses schon äusserst träge, eine einmalige Füllung genügte, um die Schläge vollständig zum Verschwinden zu bringen. Durch die Einführung der Extractlösung wurden die Schläge nicht häufiger, aber die Excursion des ersten der auftretenden Schläge betrug schon 20 Mm. Nachdem die Extractlösung noch dreimal hintereinander geschehen war, stieg die Excursion auf 23 Mm., auch wurden die Schläge häufiger, so dass nun in 12 Minuten 17 Pulse erschienen, durch noch 2mal

Fig. 8.

7

6

5

4

3

2

1

Nachdem die Herzkammer durch wiederholtes Auswäschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht war, wurden in dieselbe einige Ccm. der wässerigen Lösung des alkoholischen Extractes von Kaninchen-Serum eingeleitet. Sogleich erschienen Pulse, die in Zeile 1 abgebildet sind. — Zeile 2 ist die unmittelbare Fortsetzung der ersten. — Zeile 3. Es wird die Extractlösung erneuert. — Zeile 4 und 5 sind die unmittelbaren Fortsetzungen der 3. Zeile. — Zeile 6. Dritte Erneuerung der Extractlösung. — Zeile 7. Vierte Erneuerung der Extractlösung; zwischen den einzelnen Gruppen dieser Reihe liegt immer eine Pause von 60 bis 90 Secunden.

wiederholte Einfüllungen von Extractlösungen änderten sich die Erscheinungen nicht. Die Excursionen der ersten paar Schläge waren von der früheren Höhe, beim 18ten aber war sie schon auf 5 Mm. gesunken.

Aus diesen beiden Versuchen ergiebt sich, dass die wässerige Lösung des alkoholischen Serumextractes den Muskeln des Ventrikels die durch Kochsalzlösung entzogene Leistungsfähigkeit gerade oder mindestens nahe so vollkommen wieder zu geben vermag, wie das ganze Serum. Ein Unterschied zwischen dem Serum und dem Extract scheint nur insoweit zu bestehen, als bei dem letzteren eine raschere Ermüdung eintritt.

Rücksichtlich der Pulsfolge gleicht das Extract dem ganzen Serum mindestens insoweit, als auch bei dem ersteren die rasch aufeinander folgenden Schläge, welche nach einer Kochsalzfüllung einzutreten pflegen (Kochsalzanfall) ausbleiben. Ob aber die Pulsfolge eine regelmässige wird, ist, wie die beiden Beobachtungen lehren, von der Individualität des Herzens abhängig.

Versuch 2. An diesem Herzen erzeugte die Kochsalzlösung einen sehr ausgesprochenen Anfall, indem in 27 Secunden 20 Schläge geschahen; nachdem das Herz durch Kochsalzlösung pulslos geworden war, belebte die Einfüllung des Extractes dasselbe von Neuem; dem ersten der erschienenen Pulse kam eine Excursion von 14 Mm. zu, nach 29 Pulsen war diese auf 4 Mm. gesunken. Durch eine zweite Füllung mit Extract stieg die Excursion auf 9 Mm., aber nach 18 Pulsen war dieselbe auf 2 Mm. gesunken. Durch eine dritte Füllung mit Extract konnte keine neue Erhebung erzielt werden. Die Pulsfolge war in den beiden letzten Transfusionen regelmässig aber langsam, es erfolgten in 6 Minuten 15 Schläge.

Durch die darauf folgende Einführung von blutigem Serum erhoben sich die Ausschläge der Pulse unter aufsteigender Treppe bis zu 42 Mm. Höhe und sanken nach 31 Pulsen auf 38 Mm. herab.

Nachdem das Herz in Folge der jetzt eingeführten Kochsalzlösung seine Leistungsfähigkeit verloren hatte, konnte durch wiederholte Zuführung von Extractlösung die frühere Reihe der Erscheinungen noch einmal hervorgerufen werden.

Versuch 3. In dieser Beobachtung rief eine Füllung mit blutiger Kochsalzlösung Ausschläge der Pulse von 44 Mm. Höhe hervor. Das alkoholische Extract bewirkte dagegen keine höheren Excursionen als das reine Kochsalz.

Aus den beiden letzten Fällen geht hervor, dass die wässe-

rige Lösung des alkoholischen Extractes nicht immer die günstige Wirkung für die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Herzmuskels besitzt. Dieses dürfte wahrscheinlich davon abhängen, dass jedes Extract eine besondere Zusammensetzung besitzt. Indess hatte es sich doch gezeigt, dass auch nach der Abscheidung des weitaus grössten Theiles der Eiweisskörper des Blutes ein Lösungsgemenge übrig bleibt, welches dem Herzmuskel annähernd dieselbe Fähigkeit zur Zuckung zu ertheilen vermag, wie das gesammte Serum. Diese Erfahrung bestimmte mich, den Versuch in der eingeschlagenen Richtung fortzusetzen.

Zu dem Ende fällte ich wie vorher das Serum des Kaninchenblutes mit seinem dreifachen Volumen absoluten Alkohols, filtrirte die Flüssigkeit ab, dampfte dieselbe ein und zog nun den trockenen Rückstand mit absolutem Alkohol aus. Nachdem der letztere aus der filtrirten Flüssigkeit verjagt war, wurde der Rückstand in einem Wasservolumen gelöst, das gleich dem des Serums war, von welchem das Extract herrührte. Diese Lösung des doppelten Alkoholauszuges habe ich auf zwei verschiedene Herzen angewendet.

Stoffe, welche in dem zweifachen Alkoholauszuge enthalten sind.

Versuch a. Nach der Füllung mit Kochsalzlösung schlug das Herz in Gruppen; nachdem die Leistungsfähigkeit seiner Muskeln durch wiederholte Füllung mit Kochsalzlösung verschwunden waren, kam die Lösung des doppelten Alkoholextractes an die Reihe. Unmittelbar nach der ersten Füllung gewann der Ausschlag der Pulse eine Höhe von 17 Mm., nach 49 Pulsen war dieselbe auf 2 Mm. herabgesunken. Nach einer zweiten Füllung mit Extractlösung erhob sich die Excursion der Schläge auf 4 Mm. und erhielt sich auf dieser annähernd bis zum 27. Schlage.

Durch die Einfüllung von blutiger Kochsalzlösung stieg der Ausschlag auf die Höhe von 38 Mm.

Versuch b. Dieselbe Lösung auf ein anderes Herz angewendet brachte in diesem nach der ersten Füllung Pulse hervor, die sich nicht über 2 Mm. erhoben; nach der 2. Füllung erhoben sich dieselben auf 4 und nach der 3ten auf 5 Mm. Nach allen 3 Füllungen waren die Pulsschläge annähernd regelmässig, doch neigten sie schon bei der 3ten zur Gruppenbildung. Als nun blutige Kochsalzlösung in das Herz kam, erhoben sich die Excursionen alsbald auf 36 Mm. und hielten sich auf dieser Höhe mehrere Minuten. Nach Verfluss derselben konnten durch eine Koch-

salzlösung keine Zuckungen sichtbar gemacht werden, durch die Extractlösung dagegen, die darauf in Anwendung kam, stieg die Höhe des Ausschlages der Pulse auf 16 Mm., sank aber nach 45 Pulsen auf einen kaum sichtbaren Werth herab. Durch Wiederersetzung der ermüdeten mit neuer Extractlösung stieg dagegen die Excursion wieder auf 6 Mm. und sank in ähnlicher Weise wie früher zum Unsichtbaren.

Diese Versuche lieferten den Beweis, dass das doppelte Alkoholextract zwar keineswegs in gleicher Weise die verlorene Leistungsfähigkeit der Muskeln wiedererwecken kann, wie dieses das Serum oder das einfache Alkoholextract zu thun vermochte, dem Kochsalz gegenüber erscheint es dagegen in einem bedeutenden Uebergewicht und es bietet mit den besser erholenden Flüssigkeiten insofern Analogien, als es die Wiederherstellung, welche es überhaupt zu leisten vermag, unter der Form einer aufsteigenden Treppe bewirkt, woraus denn deutlich hervorgeht, dass das Herz in dem Maasse an Muskelkraft gewinnt, in welchem es von der Lösung des doppelten Extractes inniger durchdrungen wird.

Die Wiedererholung unter dem Einflusse des doppelten Alkohol-Extractes musste den Gedanken wecken, dass den mineralischen Bestandtheilen, welche neben dem Kochsalz im Blute vorkommen, eine besondere Wirkung auf das Herz eigen sei. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, stellte ich nun Versuche mit Lösungen der Serumasche an. Bei der Darstellung der Asche musste man auf die Veränderung Rücksicht nehmen, welche die Salze des Blutes während der Verbrennung der organischen Bestandtheile zu erleiden pflegen. Um die letztere so weit als thunlich zu verringern, äscherte ich nicht das ganze Serum, sondern nur den trockenen Rückstand seines alkoholischen Extractes ein; hierdurch konnte das lange und heftige Glühen vermieden werden, das bei der Verbrennung des Gesammtserums nothwendig gewesen wäre. Ausser der Asche des einfachen stellte ich mir auch die des doppelten Alkoholextractes dar.

Die gewonnene Asche wurde entweder in einem Volumen Wasser gelöst, welches dem des Serums gleich war, aus welchem sie dargestellt worden oder auch in einem geringeren. Die erstere dieser Concentrationen mag die normale heissen.

Mit der normalen Lösung der Asche des einfachen Alkoholextractes stellte ich drei, mit derjenigen des zweifachen Alkoholextractes einen Versuch an.

Fig. 9.

5

4

3

2

1

Die Herzkammer wird durch öfteres Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; hierauf werden durch dieselbe 10 Ccm. einer wässerigen Lösung der Serumasche durchgeleitet; sogleich erscheinen Pulse, die in der Reihe 1 abgebildet sind. Nach 10 Minuten folgt eine Durchspülung mit reiner Kochsalzlösung, die Wirkung derselben ist aus der zweiten Reihe ersichtlich; in Reihe 3 ist die Wirkung der zweiten Füllung der Aschenlösung zu sehen. — Reihe 4 ist die unmittelbare Fortsetzung der dritten. — In dieser Weise pulsirte das Herz nach der zweiten Füllung eine halbe Stunde, und in der Reihe 5 sind die letzten Pulse derselben Füllung dargestellt.

Wirkung der Aschenlösung:

I. Einfaches Alkoholextract, Concentration gleich der des Serums.

Versuch a. Kochsalzlösung und Aschenlösung verglichen. — In Höhe und Häufigkeit der Pulse der beste Gegensatz.

Die erste Kochsalzauswaschung zeigt sehr niedere, kaum sichtbare Erhebungen der HgSäule.

Erstesmal Füllung mit Aschenlösung: in treppenartigem Aufsteigen Excursionen von 14 Mm., nach 18 Schlägen 17 Mm. — Anfänglich in grösseren Pausen, die letzten 13 Schläge regelmässig in je 12.5 Secunden.

Zweite Kochsalzauswaschung: die ersten Pulse 6 Mm., nach 19 Pulsen 8 Mm. Nach etwa 8 Minuten nur 2 Mm., 43 Pulse in 90 Secunden.

Zweitesmal Aschenfüllung: sogleich Excursionen von 34 Mm., nach 219 Schlägen von 12 Mm. — Nach den 8 ersten Schlägen folgen annähernd regelmässig in je 90 Secunden 15 Schläge, später in je 90 Secunden 21 Schläge.

Drittesmal Aschenfüllung (die Lösung ist nicht frisch, sondern schon zu den zwei ersten Transfusionen gebraucht) ein Anfall verschmolzener Pulse; als sich die einzelnen derselben von einander absetzen, werden nach 11 Pulsen die Excursionen 18 Mm. hoch, nach 45 Pulsen 14 Mm., in je 90 Secunden erscheinen 23 Pulse. — Das Herz schlägt mit dieser Füllung über eine halbe Stunde. Die letzte Excursion 2 Mm.

Viertesmal Füllung mit der Aschenlösung (dieselbe wie bei der dritten) bringt eine Reihe verschmolzener Pulse, als sie sich von einander absetzen, sind die Excursionen 20 Mm. hoch; das Herz schlägt mit dieser Füllung 18 Minuten, die letzte Excursion 2 Mm.

Fünftesmal Füllung mit Aschenlösung: anfänglich verschmolzene Schläge mit 21 Mm. hohen Excursionen, später regelmässig mit 14 Mm. Excursionen, nach 6 Minuten auf 6 Mm. In 90 Secunden 39 Schläge.

Dritte Kochsalzauswaschung: niedere Schläge; in 9 Secunden 8 Schläge.

Sechstesmal Füllung mit Aschenlösung: sogleich regelmässige Pulse, Anfangs 14 Mm. hoch, später 10 Mm.; in 54 Secunden 27 Schläge.

Die Autographen, welche in Fig. 9 enthalten sind, veran-

schaulichen das Ergebniss des eben beschriebenen Versuches, während der beiden ersten Füllungen mit Aschen- und der zwischen beiden gelegenen Füllung mit Kochsalzlösung.

Obwohl in diesem Versuche die Vergleichung der Wirkungen unserer Aschenlösungen mit denjenigen des ganzen Serums unterlassen ist, so kann doch der ganzen Reihe der Erscheinungen nach kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass die Aschenlösung wenn nicht vollkommen, so doch nahezu wie das Serum oder die blutige Kochsalzlösung gewirkt hat, denn die Leistungsfähigkeit der Muskeln, welche durch die Kochsalzlösung auf ein Minimum herabgedrückt war, kehrt bei der Anwesenheit der Aschenlösung in einem Grade wieder, wie er bisher nur mit Hülfe des Blutes oder Serums zu erreichen war. Die Ermüdung, von welcher die Muskeln des Herzens ergriffen werden, wenn dieses letztere mit einer abgemessenen Portion von Aschenlösung längere Zeit hindurch gearbeitet hat, geht sehr allmälig von Statten, nicht rascher als sie auch bei der Anwesenheit des Blutes aufzutreten pflegt. Wird der Lösungsantheil, nachdem er längere Zeit im Herzen verweilt hatte, durch eine neue Füllung ersetzt, so erheben sich die Excursionen von Neuem. Wie in dem Umfange, so zeigt sich auch in der Folge der Schläge die grösste Analogie zwischen dem mit Aschenlösung und mit Blut gefüllten Herzen, insoweit aus dem Gegensatz der Folge zwischen den zuletztgenannten Füllungsmitteln und der Kochsalzlösung geschlossen werden kann, denn es erscheinen während der Füllung mit Aschenlösung die Pulse ebenso selten, als bei der mit Blut.

Weniger günstig als im vorliegenden waren die Erfolge in den beiden nächsten Fällen, bei welchen die Lösung einer Asche zur Verwendung kam, die zur Entfernung der Kohlenreste heftiger geglüht werden musste.

Versuch b. Zweimal folgten auf Kochsalzauswaschungen Anfälle mit verhältnissmässig hohen Pulsen, bei der vierten Transfusion mit Kochsalzlösung waren die Pulse verschwunden.

Erste Füllung mit Aschenlösung: sogleich Excursionen von 14 Mm. die durch Erhöhung des Füllungsdruckes auf 32 gesteigert werden; nach dem 42. Pulse ist die Excursion nur 4 Mm. — Pulsfolge in Gruppen. In etwa 7 Minuten 42 Pulse.

Zweite Füllung mit Aschenlösung: die Excursionen erreichen in einer Treppe eine Höhe von 22 Mm., nach



30 Schlägen 7 Mm., nach 20 Minuten 2 Mm. Zuerst sind die Gruppen schlagreicher als früher, dann Auflösung.

Dritte Füllung mit Aschenlösung: die Excursionen erreichen in einer Treppe eine Höhe von 10 Mm., nach 52 Pulsen 8 Mm. Gruppen mit kurzen Zwischenpausen.

Blutkochsalzlösung: durch eine Treppe erreichen die Schläge eine Höhe von 30 Mm., nach 52 Schlägen noch 26 Mm., nach 20 Minuten noch 18 Mm. Excurs. Gruppen mit vielen verschmolzenen Schlägen.

Versuch c. **Dreimal Kochsalztransfusion,** jedesmal ein Anfall mit immer niedriger werdenden Pulsen.

Erste Füllung mit Aschenlösung: ein Anfall bis zur Höhe von 28 Mm., abfallend nach 30 Schlägen auf 3 Mm., nach 60 Schlägen verschwindend.

Zweite Füllung mit Aschenlösung: einfache Schläge von 14 Mm. Höhe, nach 15 Schlägen auf 3 Mm. abfallend. Selten und unregelmässig.

Dritte Füllung mit Aschenlösung: wie vordem.

3

2

1

Fig. 10.

Die Herzkammer wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht — (in der Reihe 1 ist die Wirkung derselben zu ersehen) hierauf das Herz mit der wässerigen Lösung der Asche vom einfachen Serumextracte gefüllt: in der Reihe 2 sieht man die Wirkung der ersten Füllung, in der Reihe 3 die Wirkung der zweiten Füllung.

Ebenso nach der 4., 5., 6. und 7. Füllung mit der schon einmal gebrauchten Lösung.

Blutkochsalzlösung: Pulse von 30 Mm. Hg; dasselbe nach 10 Schlägen; nach 11 Minuten noch 27 Mm. Zuerst häufig, je 2″, dann Gruppen. Von diesem Versuche rührt Figur 10 her.

Obwohl auch hier die Leistungsfähigkeit der Muskeln, welche durch die vorhergegangenen Füllungen mit Kochsalzlösung nahezu verschwunden war, durch den Eintritt der Aschenlösung wieder erhöht werden konnte, so blieb doch die Wirkung bedeutend hinter der zurück, die das Blut oder Serum herbeizuführen vermochte. Auch trat die Ermüdung weit rascher als bei der Gegenwart des Blutes ein, und die Erholung, welche durch eine neue Zuführung von Aschenlösung bedingt ward, fiel mit der wachsenden Zahl erneuter Füllungen geringer und geringer aus.

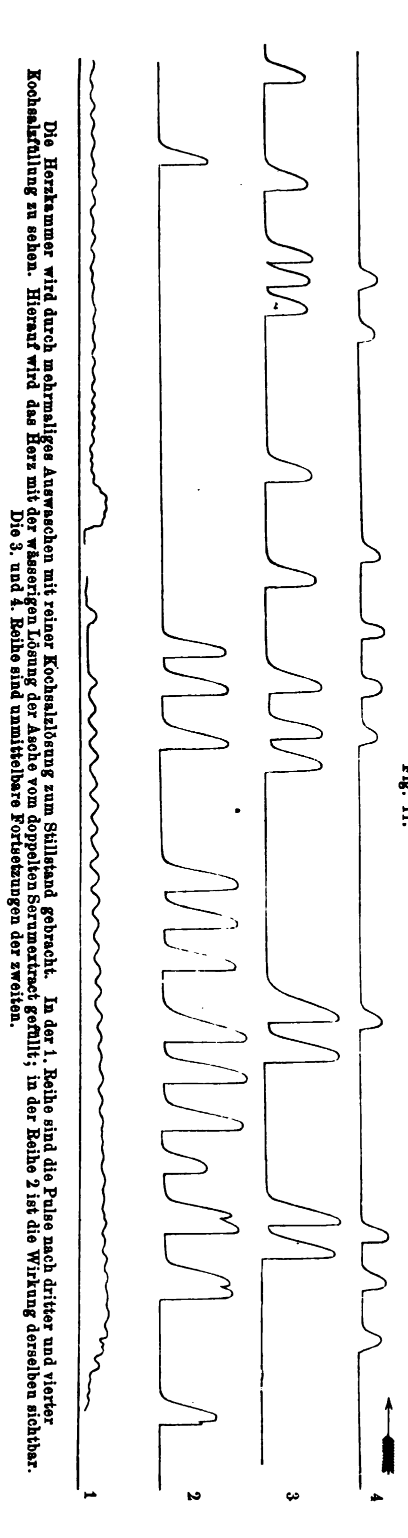


Fig. 11.

Die Herzkammer wird durch mehrmaliges Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht. In der 1. Reihe sind die Pulse nach dritter und vierter Kochsalzfüllung zu sehen. Hierauf wird das Herz mit der wässerigen Lösung der Asche vom doppelten Serumextract gefüllt; in der Reihe 2 ist die Wirkung derselben sichtbar. Die 3. und 4. Reihe sind unmittelbare Fortsetzungen der zweiten.

II. Aschenlösung des doppelten Alkoholextractes. Kochsalzlösung: Viermalige Füllung, jedesmal ein Anfall mit immer niederen Pulsen; nach der fünften Füllung wird das Herz beinahe zum Stillstand gebracht. Hiezu Fig. 11 und 12.

Erste Füllung mit der Aschenlösung: durch eine Treppe (Anfangs verschmolzener Pulse) erreichen die Excursionen eine Höhe von 23 Mm. Hg.; nach dem 23. Pulse nur 15 Mm., nach dem 60. Pulse nur 3 Mm.

Anfangs unregelmässige und verschmolzene Pulse, dann ziemlich ausgeprägte Gruppen. — In je 10 Sec. eine Contraction, später in je 13 Sec. Siehe Fig. 11.

Zweite Füllung mit der Aschenlösung: sogleich ein Anfall verschmolzener Pulse, von 16 Mm. Hg.; nach dem 25. Pulse 9 Mm., nach dem 60. nur noch 2 Mm. In je 10 Secunden eine Contraction.

Kochsalzlösung: Stillstand, auch gegen mechanische Reizung unerregbar.

Dritte Füllung mit der Aschenlösung: sogleich ein Anfall verschmolzener Pulse von 16 Mm. Hg., nach dem 40. Pulse nur 8 Mm. Hg.

Anfangs in je 2 Sec. eine Contraction, dann in je 8 Secunden. Siehe Fig. 12.

3
2
1

Fig. 12.

Dasselbe Herzpräparat wie auf Fig. 11. In der 1. Reihe ist die Wirkung der zweiten Füllung der Aschenlösung zu ersehen. Reihe 2 ist die Fortsetzung der ersten. Reihe 3. Dritte Füllung mit der Lösung der Asche vom doppelten Serumextract.

Kochsalzlösung: kaum sichtbare Erhebungen.

Blutkochsalzlösung: durch eine Treppe von 26 Mm. Excursionen bis zu 36 Mm., unregelmässig und oft verschmolzen. — In je 3 Secunden eine Contraction.

In der eben mitgetheilten Beobachtung, bei welcher die Asche des zweifachen Alkoholextractes in Anwendung kam, zeigten sich ähnliche Erscheinungen, wie in den beiden vorhergehenden. Die Leistungsfähigkeit der Muskeln wird wiederhergestellt, aber auch im besten Falle gelangt sie auf einen niedrigeren Grad als ihn die blutige Kochsalzlösung bewirkte; die Ermüdungen treten weit rascher als bei der Anwesenheit des Blutes ein und die erholende Kraft der Aschenlösung nimmt mit der wachsenden Zahl der Füllungen ab.

Da sich die Wirkungen der Aschenlösungen zwar denen des Blutes bedeutend genähert, sie aber doch nicht vollkommen erreicht hatten, so lag es mir nahe, zu prüfen, ob an dem Unterschiede zwischen den Wirkungen der beiden genannten Flüssigkeiten etwa der Concentrationsgrad der Aschenlösung schuld sei. Ich stellte deshalb noch 5 Versuche mit höheren Concentrationsgraden an, wobei folgendes erhalten wurde.

III. Wirkungen der concentrirten Aschenlösung.

Vers. a. Kochsalz: häufige und unregelmässige Pulse bis zu 18 Mm. Hg. reichend, nach 12 Minuten verschwindend.

Concentrirte Aschenlösung: Stillstand; nach 3 Minuten wird das Herz gefüllt mit

Kochsalz: verschmolzene Pulse, häufig je 2 Secunden einer, aber flach.

Zweite Füllung mit Kochsalz: dasselbe.

Dritte Füllung mit Kochsalz: dasselbe.

Blutkochsalz: dasselbe, nur in einem höheren Grade.

Blutkochsalz: dasselbe noch stärker.

Nachdem die verschmolzenen Pulse sich gelöst und die Curve der Abscisse sich genähert, kamen ganz flache jedoch häufige Pulse zum Vorschein (bis zu 2 Mm. Hg.; in einer Minute 45 Pulse).

Blutkochsalz: die Pulse werden etwas höher bis zu 4 Mm. aber auch häufiger, beinahe je eine Secunde.

Blutkochsalz: plötzlich geräth das Herz in Convulsion, die 2 Minuten dauert, das Quecksilber ist während der

Zeit dauernd um 4 Mm. erhoben, bewegt sich aber nach oben oder unten sehr wenig; aufeinmal werden die Pulse wieder regelmässig und hoch (10 Mm. Hg.), und in einer Minute erscheinen etwa 40 Schläge.

Die Fig. 13 ist der zu diesem Versuche gehörige Autograph.

Vers. b. Kochsalz: Stillstand.

Erste Füllung mit concentrirter Aschenlösung: Stillstand.

Zweite Füllung mit concentrirter Aschenlösung: Stillstand.

Dritte Füllung mit concentrirter Aschenlösung: kaum sichtbare Erhebungen.

Kochsalz: einzelne ganz flache Pulse.

Kochsalz: Pulse etwas stärker.

Aschenlösung: Stillstand.

Kochsalz: einzelne flache Pulse.

Fig. 13.

Das Herz wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht, hierauf mit einer concentrirten wässerigen Lösung der Serum-Asche gefüllt. Reihe 1 giebt die Wirkung dieser Lösung an. Reihe 2, es wird das Herz mit reiner Kochsalzlösung ausgewaschen — hierauf mit blutiger Kochsalzlösung gefüllt. Reihe 3. Zweite Füllung mit blutiger Kochsalzlösung. Reihe 4, nach dritter Füllung mit blutiger Kochsalzlösung erscheinen plötzlich Convulsionen des Herzens.

Kochsalz: Stillstand.

Blutkochsalz: wenige 3 Mm. hohe Pulse.

Blutkochsalz: deutlicher und höher bis zu 6 Mm., jedoch unregelmässig.

Blutkochsalz: bis zu 12 Mm. Excursion, in je 3 Secunden eine Contraction.

Vers. c.[1]) Kochsalz: kaum sichtbare Pulse.

Kochsalz: Stillstand.

Concentrirte Aschenlösung: Stillstand; das Herz mechanisch unerregbar.

Kochsalz: eine starke dauernde Contraction.

Kochsalz: dasselbe viel schwächer.

Aschenlösung: Stillstand.

Kochsalz: ziemlich starke, dauernde Contraction.

Kochsalz: dasselbe.

Vers. d.[2]) Kochsalz: kaum sichtbare Pulse.

Kochsalz: Stillstand.

Dreifach concentrirte Aschenlösung: Stillstand, das Herz ist auch durch äussere Reize nicht zur Contraction zu bringen.

Kochsalz: Sogleich ein Anfall in einer Treppe bis zu 24 Mm. Hg., schnell abnehmend, so dass der 20. Schlag nur 10 Mm., der 40ste kaum sichtbar war.

Kochsalz: Stillstand.

Blutkochsalzlösung: bis zu 42 Mm. Excursion, zwei Gruppen zu Anfange, dann ziemlich regelmässige Pulse in je 15 Secunden. Der 27. Schlag noch 38 Mm. Hg.

Die Resultate dieser Versuche sind dadurch von Belang, dass sie zeigen, wie sehr es bei den Wirkungen der Aschenlösung auf den Dichtigkeitsgrad derselben ankommt, denn keine derselben welche in hundert Theilen ein Mehrfaches von der Aschenmenge enthielt, welche wir die normale nannten, ist im Stande, eine Erholung zu bewirken. Durch ihre Anwesenheit wird aber auch die Erholungsfähigkeit der Muskeln nicht vernichtet, was aus den Erscheinungen hervorgeht, die durch die Füllung mit Blut hervorgerufen werden können. Dafür, dass eine concentrirte Aschenlösung sich jedoch nicht ganz gleichgültig gegen den Herzmuskel verhalte, spricht die Pulsation, die das Herz durch die Füllungen mit Kochsalzlösung erfährt, welche vor und nach der Anwesen-

1) S. Fig. 5. 2) S. Fig. 6.

heit einer concentrirten Aschenlösung stattfinden. Während die Kochsalzlösung die vor der Asche kommt, die Schläge des Herzens rasch zum Verschwinden bringt, ruft dieselbe Lösung nach der Asche entweder eine dauernde und zuweilen hochgradige Verkürzung hervor, oder sie weckt Pulsationen von grösserem Umfange als sie es unter anderen Umständen vermochte. Dieses ist um so beachtenswerther, als doch während der Anwesenheit der Asche das Herz pulslos verharrte.

Bei den mannichfachen Abweichungen der Wirkung, welche die von verschiedenen Darstellungen herrührenden Aschen gegeben hatten, musste man auf den Gedanken kommen, dass hieran die ungleichen Zusammensetzungen der dargestellten Präparate schuld sein könnten. Zu einem solchen Verdachte geben schon die verschiedenen Zufälligkeiten Veranlassung, welche bei der Darstellung desselben nothwendigerweise eintreten müssen. Um solchen Unsicherheiten auszuweichen, empfahl sich die Darstellung eines künstlichen Salzgemenges. Der erfolgreichen Ausführung des Gedankens musste es nothwendig zu Gute kommen, wenn man sich vorher eine Vorstellung von der Zusammensetzung einer wirksam gewesenen Asche verschafft hat. Zu diesem Zwecke stellte ich mir einen Gramm Asche aus dem Alkohol-Extracte des Serums vom Kaninchen dar; dieser enthielt in Hunderttheilen

KCl	4.1
$NaCl$	85.2
$NaSO_4$	2.6
Na_3PO_4	1.2
Na_2CO_3	6.7

Da unter den Bestandtheilen der Asche ausser dem Kochsalz nur noch das kohlensaure Natron und das Chlorkalium in merklicher Menge vorkommen, so war bei der Anwendung von künstlichen Salzgemischen auf das Herz zunächst von Kochsalzlösungen auszugehen, denen je eins dieser Salze beigemengt war.

IV. Zusatz von kohlensaurem Natron zu der 0.6procent. Kochsalzlösung.

In sehr verdünntem Zustande vermag das kohlensaure Natron die Wirkungsweise der Kochsalzlösung nicht zu ändern; so sah ich namentlich, dass durch den Zusatz von einigen wenigen

Tropfen einer kalkgesättigten Lösung von kohlensaurem Natron zu 20 Ccm. der 0.6procentigen des Kochsalzes, die von dem letzteren hervorgebrachten Folgen kaum umgestimmt wurden. Deutliche Geltung erlangte dagegen die Soda, wenn auf 1000 Theile der Kochsalzlösung 0.25 bis 0.5 Theile des trockenen Salzes kamen. Da sich die Wirkungen derselben schwer beschreiben lassen, so setze ich den schriftlichen Aufzeichnungen einige Facsimilia voraus. Siehe Figur 14 und 15.

Es folgt nun die Beschreibung dreier Versuche.

Vers. a. Nachdem die Pulsationen durch die eingefüllte Kochsalzlösung zum Verschwinden gebracht waren, wurde das Herz mit einer Kochsalzlösung gefüllt, die auf 1000 Theile 0.5 des kohlensauren Natrons enthielt. Erste Füllung mit kohlensaurem Natron. Alsbald beginnt die Pulsation und es erheben sich in aufsteigender Treppe die Excursionen der Pulse bis zu 14 Mm. Höhe und sinken dann wieder ab, so dass nach 40 Schlägen der Umfang nur noch 7 Mm. beträgt. Im Beginn ihrer Anwesenheit ruft das Natron alle je 2 Secunden einen Schlag hervor, die sich jedoch allmälig seltener und schliesslich nur in grossen Pausen folgen.

Als jetzt NaCl eingefüllt wurde, zog sich das Herz ein-

Fig. 14.

Das Herz wird durch öfteres Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht; hierauf werden 10 Ccm. einer Kochsalzlösung eingeführt, die in 1000 Theilen 0.5 Grm. kohlensauren Natrons enthält. Reihe 1 giebt die Wirkung dieser Lösung. Reihe 2 ist die Fortsetzung der ersten. Die so bereitete Lösung wird noch auf die Hälfte verdünnt und davon 10 Ccm. durch das Herz geleitet. Die Wirkung dieser verdünnten Lösung ist aus der Reihe 3 ersichtlich.

mal zusammen, verharrte jedoch unter allmäliger Lösung längere Zeit in dieser Verkürzung. Nachdem dieselbe verschwunden, konnte durch eine neue Portion von NaCl-lösung die dauernde Zusammenziehung aber nur in geringerer Ausprägung und von kürzerer Dauer erhalten werden.

Zweite Füllung mit kohlensaurem Natron brachte abermals Pulse ganz wie nach der ersten hervor.

Nachdem das Herz wiederum mit NaCllösung ausgewaschen war, wurde es mit blutiger NaCllösung gefüllt. Die erste Portion derselben vermochte wohl Schläge zu erzeugen, aber diese waren nicht höher als diejenigen, welche das kohlensaure Natron veranlasst hatte. Kräftigere Wirkung erzeugte eine zweite Portion von blutiger Kochsalzlösung. Aber sie führte das Herz bald in eine dauernde Contraction über, die von einzelnen partiellen Nachlassen derselben unterbrochen waren.

Vers. b. Während der Füllung mit Kochsalzlösung blieb das Herz ruhig. Nach mehrmals wiederholten Füllungen von kohlensaurem Natron trat jedesmal im Beginn eine Gruppe von Pulsen auf, die anfänglich verschmolzen waren und sich dann allmälig von einander absetzten.

Als nun zu reiner Kochsalzlösung zurückgegangen wurde, trat eine rasch zu- und dann allmälig abnehmende Contraction ein. Darauf vollkommene Ruhe.

Fig. 15.

Das Herz wird durch wiederholtes Auswaschen mit reiner Kochsalzlösung zum Stillstand gebracht, hierauf werden 10 Ccm. einer Kochsalzlösung eingeführt, die in 1000 Theilen 0.25 Grm. kohlensauren Natrons enthält. Reihe 1. Wirkung dieser Lösung. Reihe 2. Erneuerung der Lösung (5 Ccm.). Reihe 3. Es werden zum dritten Male 5 Ccm. derselben Lösung ins Herz eingeleitet.

Die beiden ersten Portionen der nun verwendeten blutigen Kochsalzlösung bedingen krampfhafte Zusammenziehungen, verschmolzene Pulse; erst die dritte rief deutlich getrennte Pulse hervor, die nur zuweilen durch einen verschmolzenen Doppelschlag getrennt waren.

Vers. c. Nachdem das Herz durch wiederholte Zufuhr von Kochsalzlösung beruhigt war, gab das kohlensaure Natron zuerst eine verschmolzene Pulsreihe, die sich dann in abgesetzte Schläge von 6 Mm. Excursion auflöste, welche sich in mittleren Intervallen von 2.4 Secunden folgten. Allmälig wurden die Excursionen bis zum Verschwinden niedrig. — Durch eine zweite Füllung von kohlensaurem Natron entstehen dieselben Erscheinungen mit dem Unterschiede, dass die Excursionen der Pulse etwas niedriger sind.

Nach der Verdrängung des kohlensauren Natrons durch reine Kochsalzlösung bleibt das Herz vollkommen ruhig. Als aber nun blutige Kochsalzlösung eingebracht wird, entsteht sogleich eine Gruppe verschmolzener Pulse, die sich allmälig in abgesetzte auflöst. Die Excursionen derselben betragen 14 Mm.

In ihrem Gehalte an kohlensaurem Natron gebietet die Blutasche, wie aus der mitgetheilten Versuchsreihe einleuchtet, jedenfalls über ein Belebungsmittel des Herzens; denn mit dem Einströmen des kohlensauren Natrons in die Herzhöhle kehrt die erloschene Schlagfähigkeit wieder und der Umfang der Zusammenziehung nimmt zu. Aber die Leistungen des genannten Salzes reichen doch weitaus nicht an die der Gesammtasche des Serums hinan. Also müssen jedenfalls noch andere Salzbestandtheile helfend hinzutreten.

Wäre es mir vergönnt gewesen, die Beobachtungen weiter fortzusetzen, so würde ich zunächst andere Mischungsverhältnisse zwischen kohlensaurem Natron und Kochsalz durchgeprüft haben. Der Grund, der mich hierzu bestimmte, liegt in den durchaus negativen Resultaten, welche mir ein Lösungsgemenge aus Chlornatrium und Chlorkalium lieferten. Da dieses letztere Salz unter den sehr wirksamen Herzgiften zählt, so hatte ich erwartet, dass ein geringer Zusatz desselben der 0.6procentigen Kochsalzlösung zu einer grösseren Leistung verhelfen würde. Zu meiner Ueberraschung habe ich dagegen niemals etwas anderes mit dem Chlor-

kalium als mit der reinen Kochsalzlösung allein bewirken können, obwohl die Mischung auf Herzen angewendet wurde, die sich gegen blutige Kochsalzlösung sehr empfindlich verhielten. —

Wenn nun auch die mit den Salzlösungen begonnene Reihe von Versuchen nicht zu einem befriedigenden Abschlusse gebracht ist, so fordert sie doch schon zu mancherlei Betrachtungen auf, von denen mindestens einer hier ein Platz gegönnt sei. Sie bezieht sich auf das Verhältniss der ernährenden Flüssigkeiten zu der Muskelmasse des Herzens. — Wenn man voraussetzen darf, ja voraussetzen muss, dass die von der Muskelbewegung geleistete Arbeit nur aus der Zersetzung irgend einer organischen Verbindung stammen könne, so ist es einleuchtend, dass der Eintritt umfangreicher, das Quecksilber emportreibender Zuckungen, zu welchen ermüdete Muskeln durch ihre Bespülung mit gewissen Salzlösungen veranlasst werden, nur daraus begriffen werden kann, weil ein Bestandtheil dieser letzteren die organischen Stoffe des Muskels in einen der Muskelreizbarkeit dienlichen Zustand versetzt habe. In Anschluss an die von *Ranke* verfochtene Ansicht könnte man zunächst daran denken, dass die Salzlösung einen die Contraction hemmenden Stoff entfernt habe, wenn dieses nicht unvereinbar mit dem Verhalten der reinen Kochsalzlösung wäre. Denn diese ermüdet den Herzmuskel um so gewisser, je länger sie, und sei es auch unter stetiger Erneuerung, durch die Höhle der Kammer hindurchfliesst. Sonach bleibt nur die Annahme übrig, dass ein Bestandtheil einer wirksamen Salzlösung in die Masse des Muskels eingeht, die Zusammensetzung desselben verändert, dabei aber selbst zerlegt oder gebunden wird, und hierdurch ihre erholenden Eigenschaften einbüsst. Denn dass an der Ermüdung, welche nach einer andauernden Anwesenheit einer beschränkten Portion derselben Salzlösung, nur eine Veränderung dieser, nicht aber die Erschöpfung des Muskels an reizbaren Stoffen schuld sei, ergiebt sich aus der Wiederkehr kraftvoller Zuckungen nach der Verdrängung des unbrauchbar gewordenen Lösungsantheils durch eine neue Portion.

Treffen diese Ansichten das Richtige, so würden zu der Herstellung eines zuckungsfähigen Muskels die organischen und die mineralischen Stoffe der umspülenden Flüssigkeit nothwendig sein. Die ersteren würden dem Muskel Verbindungen zuführen, aus denen sich die lebendigen Kräfte entfalten könnten, die zweiten aber würden diese Verbindungen erst der Art umformen,

dass sie innerhalb des Muskels zur Erzeugung von Zuckungen benutzt werden könnten. Hieraus würde sich das Uebergewicht des Serums und des Blutes als Ernährungsmaterial über die Salzlösungen erklären. Um es aber begreiflich zu finden, warum die beschränkte Blutmenge, über welche der lebende Organismus verfügt, den Herzschlag auf eine so lange Zeit hin zu unterhalten vermag, müsste man unterstellen, dass die im Herzen unwirksam gewordenen Mineralien an irgend welchen anderen Orten wiederum in den ursprünglichen Stand gebracht würden.

Bei dem Versuche, die Beziehungen anzugeben, in welchen die zur Speisung des Ventrikels benutzten Stoffe zur Entwickelung der inneren Herzreize stehen, stösst man sogleich auf eine Schwierigkeit. Soll man es für einen besseren Ernährungszustand halten, wenn das Herz häufig oder wenn es selten schlägt? Solange das Dunkel nicht gehoben ist, das über die Vorgänge waltet, welche bei der Beschleunigung und bei der Verlangsamung des Herzschlages in Folge von Nervenreizungen eintreten, steht auch der Annahme nichts entgegen, dass durch e i n e Reihe von chemischen Bedingungen die Beschleunigung und durch eine a n d e r e das gerade Gegentheil begünstigt wurde. Sowie dieses gestattet ist, bleibt auch die Wirkungsweise eines stofflichen Zusatzes zweideutig, da er entweder auf die Begünstigung des einen oder auf die Schwächung der entgegengesetzt wirksamen Anordnung bezogen werden kann.

Sollte es einer Fortsetzung der von mir begonnenen Versuche nicht gelingen diesen Zweifel aufzuklären, so würde ihnen dadurch an ihrer praktischen Bedeutung nichts entzogen werden. Denn wir würden durch sie erfahren können, welcher der Blutbestandtheile den Eintritt des Herzschlages hinausschöbe und welcher ihn beförderte.

Ueber die Stellung des nervus vagus zum nervus accelerans cordis.

Von

N. Baxt.

Mit 9 Tafeln.

Bei der gleichzeitigen Reizung des n. vagus und des n. accelerans cordis hatte *Bowditch* wiederholt gesehen, dass die Wirkung des maximal erregten n. accelerans von derjenigen eines nur schwach gereizten n. vagus ausgetilgt wurde, was sich dadurch darlegte, dass während der Reizung des erstern Nerven die Herzpausen um gleichviel verlängert waren, mochte sich gleichzeitig der n. accelerans im Zustande der höchsten Erregung oder in dem der Ruhe befinden. Er hatte jedoch auch andere Beobachtungen gesammelt, in welchen es schien, als ob die Reizung des n. accelerans den Wirkungen des erregten n. vagus das Gleichgewicht zu halten vermöge. Diesen Widerspruch aufzuklären schien der Mühe werth, da die Zustände, welche in dem Herzen durch die nach verschiedener Richtung wirkenden Nerven hervorgebracht werden, Aufschlüsse darüber versprachen, wie die letztern in den zuckungserregenden Vorgang eingreifen. Hierzu fühlte ich mich umsomehr veranlasst, als ich durch Benutzung eines neuen Hülfsmittels hoffen durfte, den Störungen zu entgehen, welchen *Bowditch* seiner eigenen Aussage gemäss ausgesetzt gewesen.

Der Darstellung der Beobachtungen sende ich die Angabe der Bedingungen voraus, unter welchen sie angestellt wurden. — In allen Fällen benutzte ich kräftige Hunde von mässiger Grösse, die während der ganzen Versuchszeit soweit mit Curare vergiftet waren, dass sie bei den heftigsten sensiblen Reizen noch eben sichtbare Zuckungen ausgaben. Bei diesem Grade

12*

der Intoxikation bewahren die n. vagi entweder von vorneherein ihre Erregbarkeit, oder sie gewinnen dieselbe alsbald wieder, wenn ihnen dieselbe auch unmittelbar nach der Einspritzung des Giftes geraubt war; zugleich aber gebietet man über die andern Vortheile, welche die Vergiftung mit Curare gewährt. Um die Thiere auf diesem Vergiftungsgrade mehrere Stunden hindurch, welche der Versuch in Anspruch nahm, zu erhalten, musste selbstverständlich die Einspritzung der verdünnten Lösung einige Male wiederholt werden. — Die künstliche Athmung wurde in sehr gleichmässiger und ausgiebiger Weise durch Maschinenbetrieb erhalten. Liegen hierbei die Thiere in freier Luft, oder auch mit einem wollenen Tuche bedeckt auf dem Tische, so nimmt ihre Körperwärme allmälig ab. Da dieser Umstand, wie die Erfahrung lehrte, von sehr merklichem Einfluss auf die Wirkung des n. accelerans ist, so bettete ich vom dritten Versuche an die Hunde in einen Kasten mit doppelter Wandung und füllte in den von den Wänden umschlossenen Raum Wasser von bekannter Temperatur. Hierdurch wurde der Vortheil erreicht, die Körperwärme nach Belieben regeln zu können, indem man entweder so verfuhr, dass das Thier während der ganzen Versuchszeit gleichmässig erwärmt blieb oder allmälig auf höhere oder niedere Wärmegrade gebracht wurde. Ein Thermometer, das in den Mastdarm des Thieres eingelegt war, gab über die jeweilige Temperatur desselben Aufschluss. — Die Nerven wurden durch die Inductionsströme eines graduirten Schlittenapparates tetanisirt, der von einem *Grove* gespeist ward. Die Electroden, welche jene Ströme den Nerven zuführten, bestanden aus zwei aneinander zu schraubenden Platten von Hartgummi; auf ihren einander zugekehrten Flächen war beiderseits eine Rinne ausgefeilt; in einer derselben mündeten die Platindrähte aus, welche als Electroden dienen sollten. Der Durchmesser des Canals, welcher beim Zusammenschrauben der beiden Platten entstand, übertraf denjenigen des eingebetteten Nerven, so dass zwischen dem letzteren und dem Hartgummi beziehungsweise den Electroden genügender Raum zur Einschaltung einiger Lagen Seidenpapiers blieb, das reichlich mit 0,5 p. C. Kochsalzlösung getränkt war. Auf diese Weise war die zerstörende Wirkung des Inductionsfunkens und die Quetschung des Nerven verhütet und dennoch seine Berührung mit den Electroden auf das Vollkommenste her-

gestellt. Hierfür wird dem Leser der Erfolg bürgen, mit welchem die Reizung der beiden Nerven namentlich aber die des n. vagus gelungen ist. Die tetanisirenden Ströme, welche ihm zugeführt wurden, standen dem Minimalreize sehr nahe und dennoch haben sie bei 20 und mehr Wiederholungen in allen überhaupt reizbaren Nerven zu fast übereinstimmenden Erfolgen geführt. Wer aus eigner Erfahrung die Schwierigkeiten kennt, mit welchen die Anwendung von nahezu minimalen Reizen zu kämpfen hat, wird sicher mit den hier erzielten Ergebnissen zufrieden sein. — Der Stamm des n. vagus wurde in der oberen Hälfte seines Halstheiles armirt und über den Electroden nicht durchschnitten, sondern nur abgeschnürt. Der n. accelerans wurde nach den von *Schmiedeberg* mitgetheilten Vorschriften blossgelegt und unmittelbar nach seinem Austritt aus dem ggl. stellatum mit Electroden versehen. Jenseits dieser wurden in der Regel alle Nervenverbindungen des ggl. stellatum durchschnitten, so dass dasselbe mit den Reizträgern in Verbindung blieb. Zuweilen wurden auch nur die nach unten abgehenden Zweige durchschnitten und die vom Halse kommenden abgebunden. Nach Anlegung der Electroden wurden die Wunden sorgfältig vernäht und dabei den Hartgummiplatten eine Stellung angewiesen, in der sie während der ganzen Dauer des Versuchs unverrückt verbarren mussten. — Die Reizungen eines jeden der genannten Nerven wiederholten sich in jedem Versuche viele Male. Aus diesem Grunde liess ich jede einzelne derselben nur eine beschränkte Zahl von Secunden dauern und schob zwischen je zwei auf einander folgende eine Pause von mehreren Minuten ein. Dieser Behandlungsweise mag es zu verdanken sein, dass die Nerven während der vielen Stunden des Versuchs kaum ermüdeten, was sich daraus ergab, dass während der ganzen Versuchsdauer der Abstand der Inductionsrollen unbeschadet der Erregungsstärke nicht geändert zu werden brauchte.

Da diese Arbeit sich nur auf die Aenderungen in der Schlagfolge des Herzens bezieht, so genügte es, die Pulse einer grösseren Arterie zu zählen. Hierzu eignet sich in vorzüglichem Grade das Federmanometer von *A. Fick*, ein Apparat, der bei sorgfältiger Handhabung neben andern auch den Vorzug besitzt, dass er auf Stunden hindurch die Gerinnung des Blutes vermeidet. Die Schreibfeder des Manometers zeichnete die Pulse auf einen Streifen unendlichen Papieres, das mit verhält-

nissmässig grosser Geschwindigkeit abgerollt wurde. Unter dieser Voraussetzung erhält man allerdings aus einem Versuche Papierstreifen von 100 Mt. und mehr Länge, aber man gewinnt den Vortheil einer sehr sicheren Zählung der Pulse. Unter der Feder des Manometers markirten sich drei andere; eine von diesen gab den Beginn und das Ende der Reizung des n. vagus, die zweite dasselbe für den n. accelerans, die dritte aber die fortlaufende Zeit in Secunden an. Auf die gegenseitige Stellung dieser Federn wurde während der ganzen Dauer des Versuches mit aller Sorgfalt geachtet.

Um das Resultat, welches der Versuch ergeben hatte, übersichtlich darstellen zu können, wurden die ursprünglichen Curvenpapiere durch Linien in Abschnitte von je 2 Secunden getheilt, und die in dieser Zeiteinheit vorhandenen Pulse in eine Zahl vereinigt. Aus einer, wie ich glaube zweckmässigen, Zusammenfassung dieser Zahlen sind die Tabellen hervorgegangen, welche der Leser am Ende dieser Abhandlung findet. Ausserdem aber habe ich die unmittelbaren Ergebnisse dieser Zählungen zur Darstellung von abgeleiteten Curven benutzt, indem die in je zwei Secunden vorhandenen Pulszahlen als Ordinaten über die Zeit als Abscisse aufgetragen wurden. Stücke derselben werden unter dem Namen der Häufigkeitscurve im Verlaufe der Abhandlung wiederholt benutzt werden.

Als Maass für die Wirkung eines Nerven wird demgemäss die Pulszahl in einer kurzen Zeit, oder mit andern Worten die mittlere Dauer eines Schlages in dieser Zeit angesehn. Zur Darstellung der maximalen Wirkung würde unzweifelhaft die Dauer jedes einzelnen Pulsschlages geeigneter sein, wenn sich mit Hülfe derselben eine übersichtliche Darstellung gewinnen liesse. Bei der Kürze der gewählten Zeiteinheit, nähert sich nun in der That das hier innegehaltene Verfahren dem oben geforderten so sehr, dass keine wesentliche Eigenthümlichkeit der Beobachtung, wohl aber zahlreiche Zufälligkeiten zum Vortheil des Verständnisses verdeckt werden.

I. Reizung des n. vagus.

Bevor ich die Resultate bespreche, welche aus der gleichzeitigen Reizung beider Nerven hervorgegangen sind, ist es geboten, auf diejenigen einzugehen, welche bei der Reizung je

nur eines der beiden Nerven beobachtet werden. Für den n. vagus, mit dem ich beginne, soll dieses, wie ich besonders bemerke, in der vorliegenden Mittheilung nur insoweit geschehen, als es für den Zweck derselben nothwendig ist, mit anderen Worten, es wird nur davon die Rede sein, wie sich die Pulszahlen während und nach einer stets gleich starken und gleich dauernden Tetanisirung eines n. vagus gestalten, und mit welchem Grade von Sicherheit man aus den Wirkungen einer vorausgegangenen auf die einer nachfolgenden Reizung schliessen kann.

Die Curve, welche man erhält, wenn die in je 2 Secunden gezählten Pulse über die Zeit aufgetragen sind, in der eine Tetanisirung des vagus von den bezeichneten Eigenschaften stattgefunden, gleicht annähernd einem $\sqrt{}$. Das horizontale Anfangsstück dieser Figur entspricht den Eigenpulsen des Herzens, wenn wir mit dem so eben gebrauchten Namen die Pulszahlen belegen, welche von dem Herzen ohne irgend welche künstliche Erregung seiner Nerven ausgegeben werden. Da wo der horizontale Schenkel unserer Figur in den absteigenden umbiegt, liegt der Beginn, und da, wo sich die Linie wieder emporwendet, das Ende der Reizung. Das Aufsteigen der Linie geschieht niemals so steil wie das voraufgehende Absinken, und es pflegt auch in der Regel nicht auf der Höhe der Eigenpulse seine Grenze zu finden; meist übersteigt die Linie und zwar in allmäliger Erhebung die Ordinate der Eigenpulse und senkt sich dann erst allmälig zur letzteren herab. Jedes dieser Stücke bedarf einer besonderen Betrachtung.

Die erste Bedingung einer brauchbaren Beobachtung besteht darin, dass die Zahl der Eigenpulse in der Zeiteinheit, gleiche Temperatur vorausgesetzt, sich auf längere Zeit hindurch gleich bleibe. Bei der Vergiftung mit Curare unter Anwendung einer gleichmässigen künstlichen Einblasung von Luft ist diese Forderung sehr annähernd erfüllt. — Die Veränderung der Pulszahlen, welche während der Dauer der Vagusreizung eintritt, lässt sich nicht so kurz beschreiben, da bei so schwachen Tetanisirungen, wie sie hier gewählt wurden, die Pulsationen auch für wenige Secunden hindurch nicht immer vollkommen ausbleiben, und da die erscheinenden nicht nach einer festen Regel aufeinander folgen. Um ein Maass für die Wirkung einer Vagusreizung zu gewinnen, können wir ent-

weder das Maximum oder das Mittel der Verlangsamung benutzen. Da die in der vorliegenden Untersuchung gewählte Dauer des Vagusreizes 4 bis 6 Secunden, also länger als die zur Ermittelung der Pulsfolge verwendete Zeit betrug, so empfiehlt es sich zum Maass für das Maximum der Wirkung während der Tetanisirung diejenigen zwei Secunden zu wählen, in welche die geringste Zahl von Schlägen fiel, und neben dieser als Maass für die gesammte Wirkung des fortdauernden Reizes die Pulszahl zu setzen, welche in der ganzen Dauer des letzteren zur Erscheinung kam.

Um uns einen Begriff von der Regelmässigkeit zu verschaffen, mit welcher die maximale Wirkung des n. vagus bei der im Verlaufe eines Versuches ausgeführten Reizung wiederkehrte, habe ich aus den am Ende dieser Abhandlung abgedruckten Tabellen einen Auszug gemacht. Dieser bezieht sich auf 5 Versuche, in welchen der n. vagus im Verlaufe mehrerer Stunden je 11 bis 24 Mal tetanisirt wurde. In dem übersichtlich zusammengestellten Auszuge geben nun die lateinischen Ziffern die Ordnungsnummern der Reizung an, welche hier so aufeinander folgen, wie sie in dem Versuche selbst ausgeführt wurden. Wenn diese Zahlen sich nicht aneinander schliessen, sondern eine übersprungen wird, so bedeutet dieses, dass zwischen je zweien eine Tetanisirung des n. vagus, gemeinsam mit derjenigen des n. accelerans liegt, die hier nicht in Frage kommt, weil wir nur die Wirkungen der reinen Vagusreizung betrachten wollen. — In der zweiten Reihe des Auszuges steht die mittlere Zahl der Eigenpulse in 2 Secunden abgeleitet aus einer durch viele Secunden hindurch ausgeführten Zählung. Die Abweichungen, welche die unter verschiedenen lateinischen Ziffern stehenden Eigenpulse zeigen, rühren von Aenderungen in der Temperatur des Thieres her. In der dritten Reihe endlich steht die geringste Zahl der Pulse, welche in irgend welchem Secundenpaar der Reizungszeit vorkam. [1])

---

[1]) Wenn in der Reihe »Zahl der Pulse im Maximum der Vaguswirkung« nur der Bruchtheil eines Herzschlages aufgeführt ist, so bedeutet dieses dass die Zeit, welche zwischen dem Beginn je zweier aufeinanderfolgenden Systolen verstrich, länger als zwei Secunden dauerte. Denn da die Zeit von einer bis zur nächsten Systole als die Dauer eines Herzschlages zu nehmen ist, so sagte z. B. 0.5, 0.4 u. s. w. in 2 Sec. aus dass zwischen dem Beginn zweier aufeinanderfolgender Systolen 4, 5 u. s w. Secunden lagen.



Tabelle I.

Versuch *J. A.* Das Thier liegt mit einem wollenen Tuche bedeckt auf dem Tische.

Nummer der Reizung	I.	III.	V.	VII.	IX.	X.	XII.	XIV.	XVI.	XVIII.
Zahl der Eigenpulse	4.41	4.34	4.43	4.39	4.36	4.43	4.56	4.56	4.41	4.31
Zahl der Pulse im Maximum d. Vaguswirkung	2.15	2.55	2.65	0.40	0.45	0.40	0.45	0.42	0.77	0.45

Versuch *J. B.* Das Thier liegt mit einem wollenen Tuche bedeckt auf dem Tische.

Nummer der Reizung	I.	III.	IV.	VI.	VIII.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.
Eigenpulse	4.63	4.54	4.25	4.15	4.13	4.03	3.97	3.92	3.96	3.92	3.94	3.88	3.89
Maximale Vaguswirkung	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40	0.45	0.40

Versuch *E. A.* Das Thier wird während der Versuchsdauer von 2h 31′ allmälig von 34°5 C. auf 40°45 C. erwärmt.

Nummer der Reizung	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.
Eigenpulse	4.94	5.11	5.01	5.11	4.99	5.28	5.01	5.43	5.40	5.79
Maximale Vaguswirkung	1.10	1.10	1.30	1.15	1.25	1.40	1.60	1.95	2.45	2.20

Versuch *E. B.* Das Thier im Verlaufe von 2h 22′ allmälig von 37°.1 C. bis 42°.8 C. erwärmt.

Nummer der Reizung	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.
Eigenpulse	4.00	4.28	4.25	4.38	4.51	4.79	5.38	5.8
Maximale Vaguswirkung	0.7	0.32	0.30	0.30	0.25	0.30	0.50	0.55

Versuch *A. A.* Das Thier wird im Verlaufe von 3h 57′ erst von 28°.1 C. auf 39°6 C. erwärmt und dann bis auf 27°1 C. abgekühlt.

Nummer d. Reizung	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVI.	XVIII.	XIX.	XXI.	XXII.	XXIV.
Eigenpulse	6.30	6.55	6.52	6.75	5.86	5.93	5.74	5.68	5.20	4.78	4.33	3.98	3.60	3.34	2.96	2.72
Maximale Vaguswirkung	1.90	1.35	1.45	1.40	2.95	1.75	1.65	0.90	0.80	0.95	0.70	0.60	0.90	0.50	0.75	0.70

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich ein für unser Vorhaben günstiges Resultat; denn obwohl die gleichbeschaffene Tetanisirung desselben Nerven nicht jedesmal zu genau derselben Schlagzahl führte, so waren doch die Abweichungen oft so gering, dass sie nahe an die Messungsfehler streifen und anderemale, wo sie grösser ausfielen, erschienen die Abweichungen nicht sprungweise, sondern es wuchsen entweder die Schlagzahlen vom Anfang gegen das Ende des Versuches *(E. A.)* an oder sie nahmen in derselben Richtung hin (in *J. A.* und *A. A.)* ab. Die Unterschiede der Wirkung, welche die verschiedenen Reizungen desselben Nerven zeigen, binden sich bemerkenswerther Weise an keine der anderen hier sichtbaren Variationen der Erscheinung; namentlich sind sie unabhängig von der Temperatur und der hierdurch bestimmten Zahl der Eigenpulse. Hierin liegt denn auch der Grund, weshalb die Wirkungen der zu verschiedenen Zeiten aufgetretenen Vagusreizungen nur durch das absolute Verhalten der Pulsfolge, nicht aber durch das Verhältniss zwischen dieser und dem Eigenpulse mit einander verglichen werden können. Die Angaben unserer Tabelle führen also zu dem Schluss, dass aus dem Ergebniss einer vorausgegangenen Reizung, zwar nicht streng, aber doch annähernd genau, auch das einer gleichbeschaffenen folgenden Reizung vorausgesagt werden kann.

Wenn wir in ähnlicher Weise, wie dieses mit den Zeiten der geringsten Pulszahl geschehen, die Summen der Pulse während der Reizungsdauer zusammenstellen, so ergiebt sich die Tabelle II. (Siehe nächste Seite.)

Auch die Vergleichung der Pulszahlen, welche während der ganzen Dauer verschiedener Reizungen desselben Vagus erschienen sind, zeigen uns, dass sich die auftretenden Abweichungen in der Regel nicht sprungweise, sondern nach einer gewissen Regel einstellen. In Anbetracht der längeren Zeit aus der sie herrühren, erweisen sich auch die Abweichungen der Wirkung verschiedener aber gleichbeschaffener Tetanisirungen nicht grösser als die in dem Secundenpaar mit geringster Pulszahl. Bei dieser Uebereinstimmung kann es künftig gestattet sein, statt beider nur eine dieser Bestimmungsarten zu verwenden.

Der dritte Abschnitt der Häufigkeitscurve, welcher sich von dem Ende der Tetanisirung bis zu dem Zeitpunkte erstreckt, in

Tabelle II.

Versuch *J. A.*	I.	III.	V.	VII.	IX.	X.	XII.	XIV.	XVI.	XVIII.
Pulse während einer Vagusreizung von 4 Sec. Dauer	4.65	5.85	5.75	2.58	1.0	2.05	3.0	2.45	3.4	1.0

Versuch *J. B.*	I.	III.	IV.	VI.	VIII.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVII.	XIX.	XXI.	XXIII.
Pulse während einer Vagusreizung von 4 Sec. Dauer	1.05	1.6	0.95	1.8	0.8	1.2	0.9	1.7	1.25	1.4	0.85	1.15	1.15

Versuch *E. A.*	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.
Pulse während einer Vagusreizung von 6 Sec. Dauer	4.15	3.75	4.25	3.7	3.95	4.6	5.3	6.35	7.6	8.8

Versuch *E. B.*	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.
Pulse während einer Vagusreizung von 6 Sec. Dauer	3.6	0.95	1.35	1.4	0.8	1.25	3.25	3.7

Versuch *A. A.*	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVI.	XVIII.	XIX.	XXI.	XXII.	XXIV.
Pulse während einer Vagusreizung von 6 Sec. Dauer	7.5	5.5	6.05	5.65	10.0	6.6	5.55	3.75	3.8	3.15	3.55	2.25	3.0	1.9	2.75	2.5

welchem das Herz wieder die dem Eigenpulse vor der Reizung angehörige Schlagzahl erreicht hat, bedarf aus später zu entwickelnden Gründen nur einer Untersuchung auf seinen zeitlichen Ablauf. Dieser geschieht, insofern die Temperatur constant bleibt, mit einer kaum erwarteten Regelmässigkeit. Eine Aufzählung aller in meinen Beobachtungen vorkommenden Werthe halte ich an diesem Orte nicht für nöthig, da ohnedies noch einmal von ihnen die Rede sein wird.

Das vierte Stück unserer Häufigkeitscurve begreift den Abschnitt, in welchem das Herz häufiger als vor der Reizung des n. vagus schlägt; dasselbe besteht aus einem auf- und einem absteigenden Theile, indem die Schlagzahlen, unmittelbar nachdem sie aus dem Vagusthale bis zur Höhe der Eigenpulse empor gegangen sind, noch weiter aufsteigen, und dann, nachdem sie einen Gipfel erreicht haben, wiederum auf den Eigenpuls herabgehen. Diese nachträgliche Vermehrung der Pulszahlen über das vor der Reizung bestehende Maass scheint nun zwar in keiner meiner Beobachtungen zu fehlen, aber es stellen sich doch in verschiedenen derselben verhältnissmässig bedeutende Abweichungen ein. Als Maassstab für die Bedeutung dieser nachträglichen Erhebung kann man wiederum entweder den maximalen Ueberschuss der Schlagzahlen in 2 Secunden benutzen, mit anderen Worten, die Differenz zwischen den Eigenpulsen und den Schlagzahlen auf dem Gipfel der Erhebung, oder man kann den Integralwerth der Erhebung ausmitteln, mit andern Worten, man kann die Summe der Schlagzahlen bestimmen, welche von dem Herzen während der gesammten Dauer der Erhebung mehr geliefert worden sind, als dieses der Fall gewesen wäre, wenn in jener Zeit die Schlagfolge des Eigenpulses bestanden hätte.

Beide Werthe sollen aus allen meinen Beobachtungen tabellarisch zusammengestellt werden. Die lateinischen Ziffern bedeuten wiederum die Ordnungsnummern der Vagusreizung. Die darunter stehende erste Reihe giebt die maximale Ueberzahl der Pulse in der Zeit von je zwei Secunden, die dann folgende Reihe den Integralwerth der secundären Erhebung, also die Summe der überzähligen Schläge während der ganzen Dauer der secundären Erhebung.

Tabelle III.

J. A.	I.	III.	V.	VII.	IX.	X.	XII.	XIV.	XVI.	XVIII.
Maximale Ueberzahl	0.24	0 53	0.57	0.63	0.74	0.66	0.32	0.62	0.44	0.59
Gesammte Ueberzahl	1.4	3.98	4.32	7.14	7.97	6.72	2.51	6.06	4.10	6.77

J. B.	I.	III.	IV.	VI.	VIII.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.
Maximale Ueberzahl	0.62	0.51	0.35	0.45	0.39	0.39	0.31	0.28	0.27	0.18	0.16	0.18	0.17
Gesammte Ueberzahl	9.82	8.66	6.35	7.75	6.97	6.96	5.81	5.00	4.22	3.28	2.46	3.10	2.24

E. A.	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.
Maximale Ueberzahl	0.27	0.22	0.21	0.14	0.36	0.06	0.29	0.17	0.11	0.22
Gesammte Ueberzahl	3.97	2.34	2.56	1.35	4.54	0.54	2.34	0.93	0.71	1.88

E. B.	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XI.
Maximale Ueberzahl	0.13	0.27	0.29	0.29	0.37	0.35	0 22	0.03
Gesammte Ueberzahl	1.25	1.77	2.33	2.55	3.94	3.75	2.98	0.30

A. A.	I.	III.	IV.	VI.	VII.	IX.	X.	XII.	XIII.	XV.	XVI.	XVIII.	XIX.	XXI.	XXII.	XXIV.
Maximale Ueberzahl	0.13	0.37	0.33	0.08	0.13	0.18	0.22	0.17	0.18	0.14	0.12	0.14	0.11	0.05	0.04	0.01
Gesammte Ueberzahl	1.4	4.95	4.02	0.51	1.67	2.09	3.36	2.58	1.65	1.46	1.36	1.48	0.71	0.14	0.05	0.04

Aus diesen Zahlen geht sogleich hervor, dass es sich nur um sehr geringe Vermehrungen der Beschleunigung handelt, da der Zuwachs den die Zahlen des Eigenpulses für je 2 Secunden empfangen auch im äussersten Falle nur auf drei Viertel von der Dauer eines Schlages kommt. Vielemale ist die hierdurch bedingte Aenderung der Häufigkeit kaum grösser als sie innerhalb verschiedener Secunden eines ziemlich gleichmässigen Eigenpulses vorkommt, so dass die Anwesenheit einer nachträglichen Erhebung vollkommen zweifelhaft bliebe, wenn nicht die länger fortgesetzte Dauer der kleinen Beschleunigung den Nachweis für ihr Bestehen lieferte. In einigen Fällen, siehe *A. A.* gegen Ende, scheint sie in der That zu fehlen.

Auch der gesammte Zuwachs an Schlagzahlen innerhalb der secundären Erhebung fällt im Allgemeinen nur wenig in das Gewicht. Daraus dass ihr Intergralwerth für gewöhnlich mit der Höhe des erreichten Gipfels zunimmt, ist schon zu schliessen, dass mit dieser auch die Dauer der secundären Erhebung wächst. Hierfür sprechen denn auch die directen Zeitbestimmungen, welche allerdings wegen des unter Schwankungen erfolgenden Uebergangs der häufigeren in die Schlagzahl des Eigenpulses nicht immer genau auszuführen sind.

Da die Zählungen der Pulse im Bereiche der secundären Erhebung keine Mittel boten um aus den bei einer Tetanisirung des n. vagus gefundenen Eigenschaften auf diejenigen zu schliessen, welche bei einer nächsten Reizung zu erwarten sind, so versuchte ich, ob nicht irgend welcher Zusammenhang zwischen diesem und den anderen Stücken der Vaguscurve zu finden sei. Auf den ersten Blick erinnern die Häufigkeitscurven, welche aus den Pulszahlen während und unmittelbar nach einer Vagusreizung abgeleitet sind, an diejenigen, welche *Schmiedeberg* gewann, als er das Nervenstämmchen tetanisirte, in dem sich die Fasern des n. accelerans und des n. vagus vor ihrem Eintritt in das Herz schon gemischt haben. Während der Einwirkung des tetanisirenden Stromes auf diesen gemischten Nerven verlangsamte sich die Pulsfolge und stieg nach dem Wegfall jener rasch empor. Nun ist allerdings die secundäre Erhebung bei einer Reizung des Vagusstammes auf seinem Verlaufe durch den Hals viel niedriger als nach einer solchen des genannten in der Brusthöhle enthaltenen Stämmchens, aber immerhin hätte sich dieser Unterschied aus der Anwesenheit von weniger wirksamen



Fasern oder aus der Anwendung zu schwacher Inductionsströme erklären lassen. Trotz der hierdurch anscheinend hergestellten Uebereinstimmung kann ich mich doch nicht entschliessen, der oben ausgesprochenen Annahme beizupflichten. Denn wenn die secundäre Erhebung eine Folge der Reizung von Fasern eines sog. Beschleunigungsnerven wäre, so könnte man nicht einsehen, warum dieselben in dem thatsächlich vorhandenen Grade unregelmässig wirkten, da doch, wie aus der verlangsamenden Wirkung des n. vagus hervorging, die Stärke der tetanisirenden Ströme während der ganzen Dauer eines Versuchs unverändert blieb. Fällt aber die Annahme weg, dass die nachträgliche Erhebung ein unmittelbarer Ausdruck des angewendeten Reizes ist, so kann man sie nur noch als eine Folge des Zustandes ansehen, in welchen das Herz durch die vorausgegangene Verlängerung der Pausen gebracht wurde, sei es, dass hier die Stockung des Blutstromes in der Substanz des Herzens, oder die längere Ruhe der inneren Erreger oder irgend etwas anderes eine Rolle spielen. Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich die Eigenschaften der Pulse im Vagusthale mit denen während der secundären Erhebung nach den möglichen Richtungen hin verglichen, ohne dabei ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss zwischen beiden Curvenstücken auffinden zu können. Aus diesem Grunde mag es sich schicken die fruchtlos durchwanderten Wege hier nicht weiter zu beschreiben, und den Leser, der sich für die Erscheinung interessirt, auf die ausführlichen Tabellen am Ende der Abhandlung zu verweisen. —

An dem Schlusse meiner Besprechung der fünf Versuchsreihen mit alleiniger Reizung des n. vagus gebe ich aus jeder derselben zwei abgeleitete Curven (Fig. 1—5 auf Tafel I.), welche der bequemeren Vergleichung wegen übereinandergebaust sind. Aus *J. A.* und *J. B.* wurden die erste und letzte Reizung der Reihe, aus *E. A.* die dritte und die letzte gewählt. Die erste Reizung dieser Reihe wirkte zwar auf den n. vagus allein, aber sie dauerte um 1 Secunde kürzer als alle übrigen. Aus *E. B.* die erste und zwölfte. In den beiden Versuchen *E. A.* und *E. B.* wurden die Thiere aufsteigend erwärmt. Aus der Reihe *A. A.* sind die sechste und die vierundzwanzigste über einander gelegt, weil sie während des grössten Temperaturunterschiedes dieser Reihe genommen wurden. Die Temperatur und die in je 2 Secunden gelieferten Schlagzahlen des Eigenpulses und der

Vaguswirkung sind neben den Figuren abzulesen; somit wird es keiner weiteren Erläuterung bedürfen, um zu zeigen, dass bei gleicher Dauer und Stärke der Tetanisirung die Wirkung des n. vagus unabhängig von der Höhe des Eigenpulses, der Temperatur und der Wiederholung des Reizes ausfällt.

Aus einer Vergleichung der I. mit den Tafeln III bis VIII wird man sogleich entnehmen, dass es hier nicht darauf abgesehen war, möglichst übereinstimmende Beobachtungen heraus zu suchen, sondern wesentlich auf eine Vergleichung der Fälle, bei welchen man in Betracht der äussern Umstände des Versuchs die grössten Abweichungen in den Wirkungen des gereizten n. vagus zu erwarten hatte. Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt der Inhalt der Tafel seine wahre Bedeutung.

II. Reizung des n. accelerans.

Auch in diesem Abschnitte werden die Wirkungen des erregten n. accelerans nur mit Rücksicht darauf betrachtet, wie weit man aus den Erfolgen einer ausgeführten auf diejenigen einer noch bevorstehenden, aber unter denselben Bedingungen auszuführenden Reizung schliessen kann. Zu diesem Ende darf man sich aber, was bei dem n. vagus genügte, nicht mehr auf die Angaben über die Dauer und Stärke der tetanisirenden Ströme beschränken, man muss sie auch auf die der Körperwärme ausdehnen, oder zum mindesten noch auf eine Variable, die in einer bestimmten Abhängigkeit von der Temperatur steht. Hierzu eignet sich für unseren Zweck annäherungsweise die Häufigkeit der Eigenpulse vor der Reizung.

Wenn der n. accelerans einige Secunden hindurch tetanisirt wird, so bildet sich im Herzen ein Zustand aus, der die Schlagfolge desselben nach einer eigenthümlichen Regel beschleunigt; sie lässt sich am einfachsten als eine Gruppe, oder als einen Anfall bezeichnen, der, einmal von dem gereizten Nerven eingeleitet, auch nach Oeffnung des tetanisirenden Kreises seinem innern Gesetze gemäss abläuft. Nach *Schmiedeberg* und *Bowditch,* insoweit sie zu ihren Versuchen Hunde benutzten, lautet das Gesetz im Allgemeinen dahin, »dass sich die Herzpause nicht sogleich, sondern erst einige Zeit nach dem Begiun des Reizes verkürze, — Stadium der Vorbereitung — und dass mit dem Beginne der Verkürzung die Dauer der Pause

nicht sogleich, sondern nur allmälig ihren geringsten Werth erreicht — Stadium des Aufsteigens — und endlich, dass sich die Pause von ihrem geringsten Werthe an allmälig wieder bis zu demjenigen vergrössert, welchen sie vor der Reizung des n. accelerans besessen hatte.« Diese Angaben kann ich durchweg bestätigen, für meine Zwecke habe ich sie jedoch zu vervollständigen. Indem ich dieses an der Hand meiner Versuche thue, werde ich der Beschreibung derselben vorzugsweise eine Curve zu Grunde legen, in welcher die in je zwei Secunden gezählten Pulse über die fortlaufende Zeit aufgetragen sind. Da diese Häufigkeitscurve einer wellenförmigen Erhebung gleicht, so kann man sie auch die Beschleunigungswelle nennen, ohne damit etwas weiteres sagen zu wollen.

Zwei Beschleunigungswellen, die bei unveränderter Körperwärme sich von demselben Eigenpulse aus in Folge gleichbeschaffener Reize erheben, zeigen in ihren Eigenschaften eine ausserordentliche Aehnlichkeit. Diese Uebereinstimmung besteht nicht bloss zwischen zwei unmittelbar hintereinander erregten Wellen; sie erhält sich auch zwischen einer grösseren Anzahl derselben, die durch längere Ruhezeiten von einander getrennt hervorgerufen werden. Wenn in dem letzteren Falle die Aehnlichkeit nicht mehr so gross wie in dem ersteren ist, so mag dieses zum Theil auf die Ermüdung, wesentlich aber darauf zu schieben sein, dass es selten gelingt, den Eigenpuls für einen längern Zeitraum vollkommen gleich zu erhalten. Rücksichtlich dieses letztern ist besonders zu beachten, dass man nur dann auf die wahre Zahl des Eigenpulses rechnen kann, wenn die spätere Reizung des n. accelerans viele Minuten hinter einer ersteren folgte, da sich die Störung, welche durch eine solche eingeführt wird, durch eine nicht im Voraus zu bestimmende Zeit fortsetzt. — Die Uebereinstimmung in der Form der Beschleunigungswelle, von der bisher die Rede war, gilt natürlich nur für die Curven desselben Herzens: denn jedes derselben prägt seine Eigenheiten in dem accelerirten Anfalle aus. — Diese Sätze empfangen durch die Curven ihre Bestätigung, welche auf den Tafeln III bis VIII dargestellt sind.

Zwei, durch den maximalen Reiz erzeugte Beschleunigungswellen hören jedoch auf einander zum Verwechseln ähnlich zu sein, wenn bei ihrer Entstehung die Temperatur des Thieres nicht mehr gleich hoch war. Denn es ändert sich nach einer

eigenthümlichen Regel die Häufigkeitscurve mit der Temperatur. Um dem Leser hiervon eine Anschauung zu gewähren, habe ich die Figuren der Tafel II construirt und unter einander gebaust.

Die Figuren 6 u. 7 sind dem Abkühlungsversuche *A.* entnommen. In ihm wurde das Thier, welches anfänglich eine Temperatur von 38°3 C. zeigte auf 38°6 erwärmt von da absteigend bis auf 26°1 C. abgekühlt und dann wieder auf 34°0 C. erwärmt. Während dessen wurde der Nerv 16 mal hintereinander und zwar jedes mal 6 Secunden hindurch mit maximal wirkenden Strömen tetanisirt. Von diesen sind 14 Reizungen in die Curven aufgenommen, die erste und die zweite derselben, welche bei der nahezu gleichen Temperatur der dritten Reizung entstanden, wurden ausgelassen, weil sie wegen ihrer grossen Aehnlichkeit mit 3 die Klarheit des Bildes gestört haben würden.

Die Fig. 5 der Tafel II giebt von einem andern Thiere den Theil eines Abkühlungsversuches, der sich von 39°4 C. auf 28°6 C. erstreckte.

Mit der abnehmenden Temperatur verspätet sich also der Eintritt der Beschleunigung vom Beginn des Reizes an gerechnet, sie erreicht ein geringeres Maximum und dieses nicht blos absolut, sondern auch im Verhältniss zur Zahl der Eigenpulse vor der Reizung, sie kehrt ferner früher zur Höhe der Eigenpulse zurück und endlich es wird die Summe der überzähligen Schläge, d. h. derjenigen, welche in Folge der Reizung mehr aufgetreten sind, als wenn während der ganzen Dauer der Beschleunigungswelle das Herz mit dem Rhythmus des Eigenpulses gearbeitet hatte, eine geringere. Diesen Aenderungen wollen wir nun mit Hülfe der Pulszählung genauer nachgehn, wobei uns ausser den zwei Versuchen, von denen eine graphische Darstellung gegeben wurde, noch zwei andere zu Gebote stehen, in welchen der Nerv ebenfalls 6 Secunden hindurch tetanisirt wurde.

a. Wir beginnen mit dem Abschnitt der Häufigkeitscurve, welcher zwischen dem Eintritt der Reizung und dem Erreichen der höchsten Beschleunigung gelegen ist. Um die Aenderung der Pulsfolge während der Dauer der Reizung klar zu legen, bediene ich mich wiederum der Schlagzahlen, welche in je 2 Secunden auftraten. Die unter dem zweiten Stabe stehenden Zahlen der Eigenpulse sind das Mittel aus einer über viele Se-

cunden ausgedehnten Zählung, diejenigen aber, welche die Zunahme der Schlagzahl während der Reizung des n. accelerans angeben, das Mittel aus je zwei Beobachtungen, die bei nahezu gleichen Temperaturen ausgeführt wurden. Aus dieser Entstehung erklärt sich die Anwesenheit der dritten Dezimale und das Minuszeichen, welches einige male vorkommt. Dieses letztere bedeutet natürlich nicht, dass die Pulszahl im Vergleiche zu der unmittelbar vor der Reizung vorhandenen gesunken, sondern geringer gewesen sei als das Mittel aus einer grösseren Summe von Eigenpulsen. Wäre die Abrundung der Zahlen in einer physiologischen Abhandlung gestattet, so würde man an die Stelle der mit dem Minuszeichen behafteten Zahlen eine Null gesetzt haben, und dieses hätte in der That ohne Beeinträchtigung des wahren Sinnes geschehen können, da die Abweichungen von der Null nur äusserst gering sind. Ausserdem ist in der Zusammenstellung noch die Zeit notirt, zu welcher die Schläge das Maximum der Häufigkeit erlangten; der Beginn dieser Zeitbestimmung ist ebenfalls auf den Anfang der Reizung zu beziehen.

Zum Erwärmungsversuch *A*.

Temperatur	Mittlere Schlagzahl in 2 Secunden vor der Reizung	Zunahme der Schlagzahl vom Beginn der Reizung			Eintritt des Maximalwerthes nach Anfang der Reizung in Secunden
		in der 0—2 Sec.	in der 2—4 Sec.	in der 4—6 Sec.	
34°.85	5.212	0.063	0.488	1.063	13
36°.0	5.008	0.267	1.017	1.717	10
37°.48	5.157	0.417	1.417	2.217	9
38°.82	5.214	0.361	1.811	2.861	7
40°.05(?)	5.558	0.417	2.067	3.217	7

Zum Erwärmungsversuch *B*.

Temperatur	Mittlere Schlagzahl	0—2 Sec.	2—4 Sec.	4—6 Sec.	Eintritt
37°.3	4.162	0.237	1.262	2.612	9
38°.4	4.273	0.302	1.802	3.477	7
40°.3	4.629	0.396	1.771	3.346	7
42°.43	5.663	0.211	1.361	3.036	6

Zum Abkühlungsversuch *A*.

Temperatur	Mittlere Schlagzahl	0—2 Sec.	2—4 Sec.	4—6 Sec.	Eintritt
38°.35	6.37	0.455	2.630	3.330	7
38°.6	5.815	0.559	2.384	3.659	7
36°.15	5.661	0.264	1.114	2.289	9
33°.65	4.831	0.093	0.493	1.393	12
31°.4	4.026	0.023	0.248	0.773	12
29°.7	3.39	0.009	0.059	0.334	15
27°.85	2.767	0.017	0.058	0.258	22

Zum Abkühlungsversuch *B*.

Temperatur	Mittlere Schlagzahl in 2 Secunden vor der Reizung	Zunahme der Schlagzahl vom Beginn der Reizung			Eintritt des Maximalwerthes nach Anfang der Reizung in Secunden
		in der 0—2 Sec.	in der 2—4 Sec.	in der 4—6 Sec.	
38°.45	5.806	0.031	1.193	2.468	10
37°.8	5.307	0.057	0.642	1.742	8
34°.45	4.258	0.108	0.041	0.366	11
30°.6	3.581	0.031	0.006	0.119	14
27°.15	2.648	0.048	0.052	0.077	17
28°.0	2.524	0.075	0.175	0.275	18
30°.5	2.902	0.023	0.223	0.398	16
32°.8	3.463	0.012	0.362	0.537	13
34°.0	3.802	0.048	0.498	0.698	13

Diesen Zahlen gemäss nimmt mit der wachsenden Temperatur die Geschwindigkeit des Aufsteigens zu, sodass das Maximum der Beschleunigung früher eintritt. Diese Regel tritt ausnahmslos und äusserst deutlich hervor, indem die Unterschiede der Geschwindigkeit mit der das Aufsteigen erfolgt, und mit welcher der Gipfel der Häufigkeit erreicht wird, zu bedeutend sind, als dass eine Täuschung möglich wäre. Solange sich die Temperatur oberhalb der Grenze von 34° bewegt, zeigt sich in den drei Versuchen *E. A.*, *E. B.* und *A. A.* schon in der ersten Zeiteinheit die Häufigkeit des Pulses merklich vermehrt. In dem Intervall der Temperatur von 34 bis zu 30° war die Pulszahl in der ersten Zeiteinheit der Reizung kaum grösser als vorher und es begann das Wachsthum der Häufigkeit sich erst deutlich in der zweiten Zeiteinheit der Reizung auszuprägen; unterhalb der Temperatur von 30° geschah dieses letztere sogar erst in der dritten Zeiteinheit der Reizung. Ebenso deutlich, wie die Steilheit der Beschleunigungscurve mit der sinkenden Temperaturabnahme, zeigte sich auch der Gipfel gegen den Anfang der Reizung verschoben.

In dem vierten Versuche, in welchem sich die Temperatur des Thieres zuerst in ab- dann in aufsteigender Richtung bewegte, verhielt sich das Herz etwas träger, indem sich auch oberhalb des 34° während der ersten Zeiteinheit der Reizung noch keine merkliche Vermehrung der Pulszahlen einfand; abgesehen hiervon, befolgte das Herz dasselbe Gesetz wie die früheren. Vergleicht man in diesen Versuchen die Periode der wieder aufsteigenden Wärme mit derjenigen der abnehmenden, so zeigen

sich für je zwei gleiche Temperaturen Abweichungen in der Geschwindigkeit mit welcher die Häufigkeitscurve gegen ihren Gipfel empor geht. In der Periode des Wiedererwärmens begann auf gleichen Wärmegraden die Erhebung der Häufigkeitscurve früher als in derjenigen der Abkühlung, ein Verhalten, welches darum besonders auffällig ist, weil der Gipfel während der Wiedererwärmung viel später als bei der Abkühlung erreicht ward.

b. Mit dem Wärmegrad des Thieres ändert sich bekanntlich die Normalzahl des Pulsschlages; in ähnlicher Weise geschieht dieses auch mit der höchsten Schlagzahl, welche das Herz in Folge einer Reizung des n. accelerans zu erreichen vermag. Eine Zusammenstellung der hierher gehörigen Zahlen mag dieses verdeutlichen:

Erwärmungsversuch *A.*

Zeiteinheit 6 Sec.	Temperatur in C°.	Schlagzahl vor der Reizung	Höchste Schlagzahl durch Reizung des n. accelerans	Procentische Zunahme der Schlagzahl im Maximum derselben
I	34.5	15.44	20.1	30.19
III	35.2	15.83	20.85	31.67
IV	35.6	15.15	22.5	48.51
VI	36.4	14.90	22.5	51.02
VII	37.0	15.08	23.4	55.22
IX	37.95	15.87	24.45	54.06
X	38.45	15.16	25.8	70.19
XII	39.2	16.13	26.4	63.72
XIII	39.65	16.04	27.6	72.09
XV	40.45	17.31	28.95	67.24

Erwärmungsversuch *B.*

Zeiteinheit 6 Sec.	Temperatur in C°.	Schlagzahl vor der Reizung	Höchste Schlagzahl durch Reizung des n. accelerans	Procentische Zunahme der Schlagzahl im Maximum derselben
I	37.1	12.28	23.55	91.83
III	37.5	12.70	25.35	99.62
IV	38.0	12.68	25.8	103.55
VI	38.8	12.96	27.45	111.75
VII	39.6	13.36	28.35	112.21
IX	41.0	14.42	29.1	101.87
X	42.05	16.49	29.55	79.22
XII	42.8	17.49	29.55	68.92

Abkühlungsversuch *A*.

Zeiteinheit 6 Sec.	Temperatur in C°.	Schlagzahl vor der Reizung	Höchste Schlagzahl durch Reizung des n. accelerans	Procentische Zunahme der Schlagzahl im Maximum derselben
I	38.1	18.68	29.55	58.15
III	38.6	19.54	30.15	54.33
IV	39.1	19.74	30.75	55.75
VI	39.6	19.56	31.5	61.04
VII	39.4	17.65	30.0	69.95
IX	37.8	17.24	27.75	60.95
X	37.0	17.49	25.65	46.68
XII	35.3	16.48	24.3	47.46
XIII	34.5	15.12	22.05	45.83
XV	32.8	13.87	20.4	47.09
XVI	32.1	12.58	18.75	49.05
XVIII	30.7	11.58	17.4	50.25
XIX	30.2	10.59	15.45	45.85
XXI	29.2	9.75	14.1	44.61
XXII	28.6	8.64	12.75	47.51
XXIV	27.1	7.96	11.55	45.11

Abkühlungsversuch *B*.

Zeiteinheit 6 Sec.	Temperatur in C°.	Schlagzahl vor der Reizung	Höchste Schlagzahl durch Reizung des n. accelerans	Procentische Zunahme der Schlagzahl im Maximum derselben
I	38.3	17.27	26.55	53.69
II	38.6	17.56	27.90	58.83
III	38.6	16.0	27.30	70.60
IV	37.0	15.84	25.05	58.11
V	35.6	13.20	21.0	59.09
VI	33.3	12.35	18.75	51.80
VII	31.7	11.15	15.75	41.24
VIII	29 5	10.34	14.4	39.33
IX	28.2	7.84	11.85	51.16
X	26.1	8.05	11.1	37.90
XI	27.0	7.03	11.1	57.98
XII	29.0	8.12	12.3	51.45
XIII	30.0	8.35	13.5	61.63
XIV	31.0	9.06	15.75	73.84
XV	32.4	10.03	15.90	58.58
XVI	33.2	10.75	16.95	57.64
XVII	34.0	11.41	18.0	57.81

Eine noch grössere Anschaulichkeit als die Zahlenreihe gewährt die Eintragung derselben in ein Coordinatensystem, in welcher die in je zwei Secunden gelieferten Schlagzahlen der Eigenpulse und die der maximalen Häufigkeit über die Temperaturen als Argument eingetragen sind. (Siehe Tafel IIb.)

In jeder dieser Curven wachsen bis zu einer gewissen Grenze die Schlagzahlen mit der Temperatur, jedoch so, dass die

Häufigkeit des Pulses am normalen und an dem gereizten Herzen ein Maximum erreicht, über welches sie durch die Wärme nicht getrieben werden kann. — Die beiden Curven stimmen auch darin überein, dass sie auf ihrem Gange von dem niedrigsten zum höchsten Punkte steiler als die Temperaturen emporsteigen.

Die Aehnlichkeit der beiden Curven ist jedoch keine vollkommene, denn es steigt die des accelerirten Herzschlages stetiger, namentlich aber rascher, als die des normalen empor, so dass die beiden Curven auf dem Wege von ihrem niedrigsten zu ihrem höchsten Werthe divergiren; sonach erwächst der Anschein, als ob beide bei einer tieferen Temperatur, als sie hier in den Kreis der Beobachtung fiel, in einem Punkte zusammenfliessen würden, mit andern Worten, als ob es einen Temperaturgrad gäbe, bei welchem die beschleunigenden Wirkungen des gereizten n. accelerans zum Verschwinden kämen. In den zuletzt mitgetheilten Tabellen ist das ungleich rasche Aufsteigen durch den Quotienten aus der normalen in die durch den Nervenreiz beschleunigten Schlagzahlen ausgedrückt. Auch aus diesen Zahlen geht hervor, dass dieser Quotient durch ein Maximum hindurchwandert, dessen Lage jedoch nicht mit dem Orte zusammenfällt, an welchem das Herz, dessen n. accelerans gereizt ist, die dichtgedrängtesten Schläge ausgiebt.

c. Das Herz, dessen n. accelerans wenige Secunden hindurch tetanisirt worden war, erreichte, wie wir sahen, in einem mit der Temperatur veränderlichen Zeitraum die grösste Häufigkeit seiner Schläge und sank dann allmälig von dieser wieder auf die Normalzahl herunter. Die Art und Weise, wie dieses geschieht, ist an dem auf verschiedene Temperaturgrade gebrachten Herzen im Allgemeinen ein ähnlicher, mit dem Unterschiede jedoch, dass der absteigende Schenkel der Häufigkeitscurve bei den höheren Temperaturen der Abscisse in der Regel eine Convexität zuwendet, welche bei den niederen Temperaturen fehlt. Obwohl sich nun hierdurch zeigt, dass die Curve von einem höheren Gipfel verhältnissmässig rascher als von einem niederen absinkt, so erreicht doch trotzdem im letzteren Falle die Schlagzahl den Normalwerth früher als im ersteren.

Dieser abweichende Verlauf ist die Ursache, weshalb die gesammte Ueberzahl der Schläge, welche das Herz in Folge einer Reizung des n. accelerans ausführt, sich bei verschiedenen Temperaturen etwas anders verhält, als die Schlagzahlen, welche es

im Maximum seiner Häufigkeit zeigte. Denn wenn sich auch die Summe der überzähligen Pulse für gewöhnlich mit der wachsenden Temperatur vermehrt, so giebt es von diesem Verhalten doch häufige Ausnahmen. Fast scheint es, als ob das der Temperatur parallele Anwachsen der Ueberzahl auf einer gewissen in der Nähe von 30° C. liegenden Stufe sein Ende finde. Die folgenden Zahlen mögen hierfür als Beleg dienen.

	Temperatur in Co.	Ueberschuss d. Schlagzahlen in 96 Sec. über die Normalzahl	Verhältniss der Ueberzahl zur normalen		Temperatur in Co.	Ueberschuss der Schläge in 128 Sec. über die Normalzahl	Verhältniss der Ueberzahl zur normalen
Abkühlungs-versuch *A*. Zeiteinheit 6 Sec.	38.1	68.61	22.94	Abkühlungs-versuch *B*. Zeiteinheit 6 Sec.	38.3	71.30	19.65
	38.6	66.87	21.39		38.6	77.54	21.04
	39.1	68.41	21.65		38.6	90.26	26.85
	39.6	72.89	23.29		37.0	76.15	22.88
	39.4	79.27	28.06		35.6	66.40	23.95
	37.8	74.79	27.11		33.3	56.33	21.71
	37.0	53.86	19.24		31.7	34.48	14.72
	35.3	54.89	20.81		29.5	28.62	13.18
	34.5	52.68	21.77		28.2	35.58	21.61
	32.8	52.85	23.81		26.1	19.47	11.51
	32.1	49.84	24.76		27.0	40.15	27.21
	30.7	49.07	26.48		29.0	33.86	19.85
	30.2	42.66	25.17		30.0	38.51	21.95
	29.2	40.40	25.89		31.0	35.64	18.73
	28.6	36.96	26.72		32.4	35.90	17.05
	27.1	32.86	25.80		33.2	38.76	17.16
					34.0	41.37	17.27

	Temperatur in Co.	Ueberschuss der Schläge in 114 Sec. über die Normalzahl	Verhältniss der Ueberzahl zur normalen		Temperatur in Co.	Ueberschuss der Schläge in 96 Sec. über die Normalzahl	Verhältniss der Ueberzahl zur normalen
Erwärmungs-versuch *A*. Zeiteinheit 6 Sec.	34.5	27.38	9.33	Erwärmungs-versuch *B*. Zeiteinheit 6 Sec.	37.1	41.18	20.96
	35.2	31.35	10.42		37.5	41.07	20.21
	35.6	50.85	17.66		38.0	42.95	21.17
	36.4	63.69	22.49		38.8	46.19	22.27
	37.0	71.93	25.11		39.6	36.31	16.98
	37.95	68.12	22.59		41.0	32.76	14.20
	38.45	78.18	27.14		42.05	25.34	9.60
	39.2	68.53	22.36		42.8	25.36	9.06
	39.65	76.03	24.94				
	40.45	71.66	21.78				



Im letzten Stabe der vorstehenden Tabelle ist das Verhältniss angegeben, welches zwischen den überschüssigen und denjenigen Schlägen besteht, die das Herz in dem gleichen Zeitraume ausgeführt hätte, wenn sein n. accelerans in Ruhe geblieben wäre. Aus dieser Zahlenreihe leuchtet, wenn überhaupt irgend eine, nur die Regel hervor, dass der Quotient ganz unabhängig von der Temperatur sei, bei welcher die Reizung des n. accelerans vorgenommen wird. Auf den ersten Blick ist dieses auffallend, da doch im Allgemeinen mit der steigenden Wärme die Summe der überzähligen Pulse zunahm, und da die höchsten Werthe der Acceleration mit der Temperatur rascher wuchsen, als die Häufigkeit der Normal-Pulse. Unter diesen Umständen hätte man erwarten sollen, dass auch der Quotient aus der Ueber- in die Normalzahl mit der Temperatur zunähme. Dass es nicht, oder wenigstens nicht immer geschieht, kann nur daher rühren, dass die Beschleunigungscurve, um vom Gipfel zur Normalhöhe zurückzukehren, ungleich langer Zeiten bedarf.

Bei den Erscheinungen, die in der Pulsfolge durch die Reizung des n. accelerans auftreten, drängt sich die Analogie auf, welche zwischen ihnen und der Wirkung einer vorübergehenden Erwärmung des Herzens besteht; denn man würde, das was der erregte n. accelerans zu leisten vermag, wahrscheinlich auch dadurch hervorrufen können, dass man eine Spritze voll warmen Blutes durch die v. jugularis in den rechten Vorhof entleerte. Den Angaben der so eben mitgetheilten Zahlenreihen entsprechend, lässt sich, solange man von Temperaturen ausgeht, die unterhalb 32° C. liegen, die Schlagzahl auf dasselbe Maximum ebensowohl durch eine Steigerung der Wärme wie auch durch eine stärkste Reizung des n. accelerans bringen. Trotz dieser übereinstimmenden Wirkung können, wie wir schon sahen, die beiden Beförderungsmittel der Beschleunigung nicht als zwei gleichwerthige Summanden angesehen werden. Denn wenn dieselbe Temperaturerhöhung dem Herzen, dessen n. accelerans ruht, mitgetheilt wird, so empfängt die Schlagzahl einen merklich geringeren Zuwachs, als wenn jene zu dem Herzen tritt, dessen n. accelerans gereizt wurde. Es kann sich also unter Beihülfe der anwachsenden Temperatur vorzugsweise der Zustand des Herzens ausbilden, den der gereizte n. accelerans hervorruft. Die Temperatursteigerung tritt demnach als Factor nicht aber als Summand zu der Reizung des n. accelerans.

III. Gleichzeitige Reizung des n. accelerans und des n. vagus.

Nachdem wir gesehen, mit welchem Grade von Sicherheit bei der Wiederkehr der Reizung je eines der beiden Nerven auf den Erfolg zu rechnen ist, können wir zur Darstellung der Deckungsversuche übergehen. Diese sollten, wie man sich erinnert, prüfen, inwieweit einer der Nerven bei gleichzeitiger Reizung beider ein Uebergewicht über den andern zu gewinnen vermöchte. Weil es nach den Beobachtungen von *Bowditch* wahrscheinlich geworden war, dass die Wirkungen des n. accelerans von denjenigen des n. vagus verdeckt würden, so empfahl es sich, möglichst starke Reizungen des beschleunigenden Nerven mit den recht schwachen des verlangsamenden zu verbinden. Dieses Verhältniss zwischen den beiderseitigen Nervenreizen ist in allen jetzt mitzutheilenden Versuchen gewählt worden. Unter dieser Beschränkung bleiben dem Versuche nur noch einige Variationen übrig, deren Bedeutung für unsere Frage leicht ersichtlich ist. In der ersten Abänderung wurde bei möglichst gleicher Körperwärme während der Verzuchszeit eine längere Dauer der Acceleransreizung mit einer kürzern des n. vagus und zwar in der Weise verknüpft, dass die letztere über die erstere hinauswanderte. Hielt also z. B. die Tetanisirung des n. accelerans zwölf, die des n. vagus vier Secunden an, so wurde zunächst mit beiden gleichzeitig begonnen, dann aber mit der Tetanisirung des n. vagus der Reihe nach um 4, 8, 12, 16 Secunden später als mit der des n. accelerans angefangen. Hierdurch wurde es möglich, den Einfluss des erregten Vagus auf jede Phase der vom n. accelerans eingeleiteten Beschleunigungswelle zu prüfen. In andern Versuchen war die Dauer der beiden gleichzeitig eingeleiteten Reizungen dieselbe, aber die Wärme des Thieres wurde allmälig erhöht oder erniedrigt. Hierdurch liess sich erfahren, wie der bei allen Wärmegraden gleich wirksame n. vagus in die von der Temperatur so wesentlich abhängige Leistung des n. accelerans eingreife.

Um bei der Vergleichung der Wirkungen eines Nerven den zeitlichen Aenderungen der Reizbarkeit möglichst Rechnung tragen zu können, wurden zwischen die gleichzeitigen häufig auch Reizungen eingeschaltet, die nur einen Nerven betrafen.

Wie weit lassen sich nun die Wirkungen, welche die alleinige Reizung eines der beiden Nerven hervorruft, in einer für



beide Nerven gemeinsamen wieder erkennen? Dieses dürfte am einfachsten zu erfahren sein, wenn man die nach Anleitung der Pulszählungen construirten Häufigkeitscurven, um sie mit einander zu vergleichen, über einander baust Zu einer solchen Deckung würden je drei Curven gehören, eine erste, welche die Wirkung der Reizung des n. vagus, eine zweite, welche die des n. accelerans und eine dritte, welche die gemeinsamen der beiden Nerven wiedergäbe. Die drei zum Vergleiche gewählten Curven müssen selbstverständlich in möglichst kurzer Zeit hinter einander und unter möglichst gleichen Umständen gewonnen sein. Diesem Verfahren verdanken die in den Tafeln III bis VIII verzeichneten Figuren ihren Ursprung. Sie enthalten die Ergebnisse von 52 Vagus- von 44 Accelerans- und 35 Vagoaccelerans-Reizungen, welche an fünf Thieren ausgeführt wurden.

Da die Grösse der von den Thieren selbst gelieferten Curven es zuliess, noch mit Sicherheit die Hundertel eines Pulsschlages zu messen, so empfahl es sich, die Häufigkeitscurven zur bessern Verdeutlichung ihrer Gestalten in einem zwei und ein halbmal grössern Maassstabe, als sie hier wiedergegeben sind, zu entwerfen. Zu der vorliegenden Grösse wurden sie auf photographischem Wege zurückgebracht. — Aus den Grundzahlen — Zahl der Pulse in je 2 Secunden — wurden auch die grossen Tabellen zusammengestellt, welche an dem Ende dieser Abhandlung zu finden sind. Für den Leser, welcher die Figuren und die Tabellen mit einander vergleicht, wird es kaum der Bemerkung bedürfen, dass die Ordinaten der erstern den in je 2 Secunden gelieferten Pulsen entsprechen, während in den Tabellen je 2 oder 3 solcher Einheiten in eine Zahl zusammengezogen sind.

Obwohl nun diese Figuren in Verbindung mit der ihnen gegenüber gedruckten Erklärung die Ergebnisse der Versuche deutlich genug darlegen, so dürfte es immer nicht vollkommen überflüssig sein, die aus ihnen gezogenen Schlüsse durch Zahlen zu erhärten.

Mit diesen Mitteln werden wir nun untersuchen, in wie weit sich die bei der Reizung eines der beiden Nerven sichtbaren Eigenschaften der Pulsfolge erhalten haben, wenn beide gemeinsam tetanisirt wurden. Zunächst soll der n. vagus in Betracht kommen.

a. Wenn man eine der zahlreichen Figuren auf den Tafeln III bis VIII betrachtet, in welchen der n. vagus gleichzeitig mit dem n. accelerans tetanisirt wird, so erkennt man sogleich, dass der Eintritt der langsamen Pulsfolge durch die gleichzeitige Erregung des n. accelerans keine Verzögerung erfährt. In dieser Beziehung verhält sich also die alleinige Vagus-Reizung genau so, wie die mit dem n. accelerans verknüpfte.

b. Für die Stärke der Wirkung, welche der gereizte Vagus auf den Herzschlag übte, diente uns, wie wir früher sahen, am besten die geringste Pulszahl, welche in je zwei Secunden während der Reizungsdauer gefallen war. Demgemäss werden wir diese maximale Wirkung bei alleiniger Reizung des n. vagus mit denen zu vergleichen haben, die bei gemeinsamer mit dem n. accelerans hervortreten; dieses ist dadurch geschehen, dass beide nebeneinander in eine Tabelle eingetragen wurden. Die Entstehung der Zahlen ist durch die Ueberschriften der Stäbe erklärt.

Versuch *J. A.* Das Thier liegt unter einer wollenen Decke auf dem Tische. Reizungsdauer des n. accelerans 12 Secunden, des n. vagus 4 Secunden.

Minimum der Häufigkeit bei alleiniger Vagusreizung	Reizungsanfang des n. vagus vom Beginn des accelerans an gerechnet.	Minimum der Häufigkeit bei gleichzeitiger Reizung
2.15	Gleichzeitig beg.	2.15
2.55	4 Secunden später	3.55
2.65	8 ,, ,,	3.95
0.40	12 ,, ,,	1.75
0.45		
0.40	12 ,, ,,	1.40
0.45	8 ,, ,,	1.60
0.40	4 ,, ,,	1.30
0.80	gleichzeitig beg.	1.25
0.45		
Mttl. 1.07		Mttl. 2.12

Versuch *J. B.* Das Thier liegt unter einer wollenen Decke auf dem Tische. Reizungsdauer des n. accelerans 12 Secunden, des n. vagus 4 Secunden.

Minimum der Häufigkeit bei alleiniger Vagusreizung	Reizungsanfang des n. vagus vom Beginn der Reizung des n. accelerans gerechnet.	Minimum der Häufigkeit bei gleichzeitiger Vagusreizung
0.40	gleichzeitig beg.	0.45
0.45		
0.40	4 Secunden später	0.40
0.40	8 ,, ,,	0.45
0.40	12 ,, ,,	0.90
0.45	16 ,, ,,	0.50
0.40		
0.45	16 ,, ,,	1.05
0.40	12 ,, ,,	0.80
0.40	8 ,, ,,	0.45
0.40	4 ,, ,,	0.50
0.45	gleichzeitig beg.	0.45
0.40		
Mttl. 0.42		Mttl. 0.59

Erwärmung *A*. Das Thier steigender Erwärmung ausgesetzt. Dauer der Vagus- und Vago-accelerans-Reizung 6 Sec. Wurden beide Nerven gleichzeitig gereizt, so wurde mit beiden zugleich begonnen.

Temperatur	n. vagus allein gereizt, geringste Schlagzahl	n. vagus und n. accelerans gemeinsam gereizt, geringste Schlagzahl
34°.5 C.	1.10	0.90
35°.2	1.10	
35°.6	1.30	1.30
36°.4	1.15	
37°.0	1.25	1.10
37°.95	1.40	
38°.45	1.60	1.85
39°.2	1.95	
39°.65	2.15	1.90
40°.45	2.20	
Mittel	1.55	1.41

Abkühlung *A*.

Das Thier steigender Abkühlung ausgesetzt. Dauer der Vagus- und Vago-accelerans-Reizung 6 Sec. Wenn beide Nerven gleichzeitig gereizt wurden, so wurde mit beiden gleichzeitig begonnen.

Erwärmung *B*. Das Thier steigender Erwärmung ausgesetzt. Dauer der Vagus- und Vago-accelerans-Reizung 6 Sec. Wurden beide Nerven gleichzeitig gereizt, so wurde mit beiden zugleich begonnen.

Temperatur	n. vagus allein gereizt, geringste Schlagzahl	n. vagus und n. accelerans zugleich gereizt, geringste Schlagzahl
37°.1 C.	0.70	0.35
37°.5	0.32	
38°.0	0.30	0.25
38°.8	0.30	
39°.6	0.25	0.25
41°.0	0.30	
42°.05	0.50	0.30
42°.8	0.55	
Mittel	0.40	0.29

Abkühlung *A*.

38°.1 C.	1.9	0.9
38°.6	1.35	
39°.1	1.45	1.2
39°.6	1.4	
39°.4	2.95	1.85
37°.8	1.75	
37°.0	1.65	1.4
35°.3	0.9	
34°.5	0.8	0.9
32°.8	0.95	
32°.1	0.7	0.75
30°.7	0.6	
30°.2	0.9	0.5
29°.2	0.5	
28°.6	0.75	0.3
27°.1 C.	0.7	
Mittel	1.20	0.975

Da der Erfolg der Vagusreizung auch unter scheinbar vollkommen übereinstimmenden Bedingungen mancherlei Abweichungen zeigt, so kann ein strenger Beweis für die Uebereinstimmung der verglichenen Wirkungen nur durch Hülfe der Mittelwerthe aus einer grösseren Zahlenreihe geliefert werden.

Hier stehen uns nun zu Gebote 57 Reizungen des n. vagus und 35 solcher des vago-accelerans. Benutzen wir diese zu dem angegebenen Zwecke, so erhalten wir als Mittel für die alleinige Reizung des n. vagus 0.93 Schläge, für diejenige aber, welche in Verbindung mit der des n. accelerans vorgenommen wurde, 1.07 Schläge in 2 Secunden.

In dieser überraschenden Uebereinstimmung ist es ausgesprochen, dass während der Reizungsdauer des n. vagus der Herzschlag immer auf das gleiche Maass herabgedrückt wird, gleichgiltig ob dieser Nerv allein oder in Verbindung mit dem n. accelerans tetanisirt wurde.

Die Beweiskraft, welche diesen Mittelzahlen an und für sich innewohnt, wird noch verstärkt durch die Eigenschaft der Einzelwerthe, aus denen sie hervorgingen. Nicht etwa zufällig kommen jene aus den letztern zu Stande, denn es nähern sich die einzelnen Beobachtungen schon dem Mittelwerthe, indem bald die maximale Wirkung der alleinigen Vagusreizung und bald die der gemeinsamen mit dem n. accelerans in das Uebergewicht tritt. Bemerkt man auch noch, dass der n. vagus die von ihm geforderte langsame Pulsfolge im Beginn, in der Mitte und am Ende der Beschleunigungswelle, bei beendeter oder noch fortdauernder Reizung des n. accelerans, bei hoher und niederer Wärme herbeiführt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass seine Wirkung trotz der Erregung der n. accelerantes unverkümmert hervortritt.

c. Grössere Schwierigkeiten bietet die Beurtheilung des Abschnittes der Beschleunigungswelle, der in den ersten 6 bis 8 Secunden nach der Unterbrechung des den n. vagus reizenden Stromes verläuft. Um die Ursachen zu verstehen, welche bei der Bildung dieses Theils mit gewirkt haben, muss in den Kreis der Vergleichung die ungestört abgelaufene Acceleranswelle gezogen werden.

Zu der Gegenüberstellung des rein verlaufenen und des durch den Vagus gestörten Ganges der Beschleunigung bedienen wir uns am besten der Figuren, dieses jedoch erst dann, nachdem wir über die Entstehung derjenigen, welche auf den Tafeln III bis VIII über einander gebaust sind, noch einiges vorausgeschickt haben. Wenn wir die Grösse der Störung, welche der n. vagus in einer Beschleunigungswelle bewirkt hat, durch die Vergleichung mit einer glatt abgelaufenen erkennen

wollen, so können wir selbstverständlich nur zwei solcher zur Vergleichung stellen, die unter möglichst gleichen Bedingungen entstanden sind. Als mir die geringe Ermüdbarkeit des n. accelerans schon bekannt, die grosse Empfindlichkeit desselben gegen die Temperatur aber noch entgangen war, schien es mir genügend, nur dann und wann zwischen die Reizungen des n. vagus und die gleichzeitigen des n. vagus und n. accelerans eine solche des letztern einzuschalten, weil ich die Ueberzeugung hegte, dass eine einzige Mustercurve zum Vergleiche mit einer Reihe von gestörten genügen würde, die in grösseren Zeitabständen vor und nach jener entstanden waren. Bei der Auszählung der von den Thieren geschriebenen Curven stiess ich jedoch alsbald auf unerwartete Abweichungen, und durch anderweite Beobachtungen belehrt erkannte ich, dass die Ursache der Abweichungen zwischen zweien beispielsweise durch eine Stunde getrennten Reizungen in den, wenn auch geringen Abkühlungen gelegen war, die das künstlich respirirte Thier erlitten hatte. In diesen Versuchen, es gehören hierher *J. A.* und *J. B.*, wurden also nicht für jede der gestörten Abläufe ungestörte zur Vergleichung erhalten, da nur diejenigen Curven der letzteren Art zu dem angegebenen Zwecke benutzt werden durften, welche in einem zeitlichen Abstand, der sich nur auf Minuten bezifferte, von einem durch die Vagusreizung unterbrochenen Ablauf aufgeschrieben war. In einer nächsten Versuchsreihe, in welcher die Temperatur absichtlich variirt wurde, verfuhr ich, wie schon oben auseinander gesetzt, so, dass ich, während sich die Temperatur des Thieres nach einer Richtung hin bewegte, die gleichzeitige Reizung zwischen vier andere einschaltete, von denen je zwei den n. vagus und die beiden anderen den n. accelerans betrafen. Auf diese Art wurden zum Vergleiche mit der gestörten zwei ungestörte Wellen erhalten, von denen die eine bei etwas höherer, die andere bei etwas niederer Temperatur als jene aufgeschrieben war.

Wenn wir nach dieser Bemerkung zu der Betrachtung der Deckung einer gestörten mit einer ungestörten Acceleranscurve übergehen, so werden wir uns zunächst die Fälle aussuchen, in welche die Zahlen der Eigenpulse beidemal — vor der Reizung des n. accelerans und der gleichzeitigen des n. vagus und des n. accelerans — gleich gross sind. In diesen bemerken wir, dass die durch den Vagusreiz gestörte Acceleranscurve einige Secun-

den nach der Ausschaltung des n. vagus aus dem tetanisirenden Strome in den Gang der ungestörten einkehrt und sie bis zum Schlusse auch nicht wieder verlässt. Hierher gehören z. B. *J. A.* 8 und 10, *J. B.* 1 und 10, *E. A.* 4ᵇ, *A. A.* 7ᵇ. Die Uebereinstimmung ist so gross, dass man glauben könnte, es seien gleichzeitig von zwei Arterien desselben Thieres die Pulse aufgeschrieben und man hätte während der Zeit, die einer Vagusreizung entspricht, die eine der beiden Federn am Schreiben verhindert. Denn die Abweichungen, welche in den einander parallel laufenden Curven-Stücken vorkommen, übersteigen in der Zeiteinheit häufig noch nicht $^1/_{10}$ einer Pulsdauer, so dass sie, wenn auch nicht ganz, doch sehr nahezu innerhalb der Messungsfehler gelegen sind. Jedenfalls liegen sie innerhalb der Grenzen der Abweichungen, die zwei ungestört verlaufende Acceleranscurven, unter denselben Bedingungen darbieten.

Aus den Fällen, in welchen die beiden Reizungen ein Herz von gleicher Beschaffenheit antrafen, lässt sich also das Gesetz ableiten, dass die Beschleunigungswelle, welche durch die Reizung des n. accelerans geweckt und in irgend einer Phase durch den erregten n. vagus gestört ward, alsbald nach dem Verschwinden des Vagusreizes genau so weiter läuft, als dieses von dem genannten Zeitpunkte an auch geschehen wäre, wenn sie bis zum Eintritt des letzteren ohne Dazwischenkunft der Vagus-Störung abgelaufen wäre.

Wenn man nach der Besichtigung dieser Beobachtungen zu denjenigen übergeht, in welchen die Bedingung der Gleichheit der normalen Pulsfolge nicht mehr vollkommen erfüllt ist, so wird man auch durch sie das eben ausgesprochene Gesetz bestätigt finden. Hier hat man nur, wie dieses aus den Tafeln V, VI, VII, VIII hervorgeht, die von den Aenderungen der Beschleunigungswelle mit der Temperatur handeln, zu berücksichtigen, dass dem seltenern Normal-Pulse auch ein niedrigerer Grad der Beschleunigung bei maximaler Acceleransreizung entspricht. Dem oben ausgesprochenen Gesetze ist unter diesen Umständen Genüge geleistet, wenn die beiden Curven auf ihrem ganzen Verlaufe einander parallel bleiben und sich in den Entfernungen von einander halten, welche man vermöge des Temperatur-Unterschiedes, bei dem sie entstanden sind, voraussagen konnte. — Wenn aber Gleichheit und Parallelismus nicht immer eintreten, sondern eine Kreuzung der Curven stattfindet, indem

z. B. die gestörte Curve vor der Vagusreizung höher und hinter derselben niedriger ablief, als die mit ihr verglichene reine Accelerans-Curve, so kann man auch hierin keine Widerlegung des ausgesprochenen Satzes sehen, denn die Abweichungen, um welche es sich in diesen Curven handelt, betragen immer nur sehr kleine Bruchtheile von der Zeitdauer eines Pulsschlages. Solche Abweichungen auf der Seite des Normal-Pulses können aber in Versuchsreihen, wie die vorliegenden, leicht vorkommen, ohne dass damit eine Aenderung im natürlichen Zustande des Herzens ausgedrückt ist. Sie könnten z. B. daher rühren, dass mit einer neuen Reizung früher begonnen wurde, bevor die Beschleunigungswelle einer vorausgegangenen Tetanisirung des n. accelerans vollkommen ihr Ende erreicht hatte. Hierüber kann man sich während des Versuches selbst nur schwierig Auskunft verschaffen, da sich durch das Augenmaass so kleine Abweichungen der Pulsdauer, wie sie hier in Frage kommen, nicht feststellen lassen. Um den Fehlern, welche hierdurch entstehen können, einen möglichst kleinen Einfluss zu gestatten, wurde zwischen je zwei aufeinander folgende Reizungen ein Zeitraum von mindestens zwei bis drei Minuten eingeschaltet, der in der Regel auch zum vollständigen Abklingen der Beschleunigung genügte. Dieses war jedoch nicht immer der Fall, so dass nun die neue Reizung an einem noch nicht vollkommen beruhigten Herzen geschah. Wo dieses eintrat, konnte aber durch die neue Reizung die Pulszahl nicht auf die Höhe gehoben werden, welche eingetreten wäre, wenn ein vollkommen beruhigtes Herz vor dem Beginne der Accelerans-Reizung mit der Häufigkeit geschlagen hätte, mit welcher das noch im Reizungszustande befindliche arbeitete.

Dieses ist darum selbstverständlich, weil der maximale Reiz des n. accelerans, welcher wenige Secunden gedauert hat, die Häufigkeit der Pulse auf ein Maximum hebt, das überhaupt nicht namentlich also auch dadurch nicht zu überschreiten ist, dass der Reiz noch länger andauert. Fällt also eine neue Tetanisirung vor das Ende eines Wellenablaufs, so kann dieselbe, vorausgesetzt, dass sich sonst nichts geändert hat, den Puls nur auf die maximale Häufigkeit der im Verschwinden begriffenen Welle erheben.

d. Nachdem wir bemerkt, dass die Beschleunigungswelle, welche durch eine Vagusreizung gestört war, nach Beendigung

dieser letzteren alsbald wieder in ihren typischen Ablauf zurückgekehrt, werden wir zu untersuchen haben, auf welche Weise dieses geschieht.

1. Das Aufsteigen aus der Sohle des Vagusthales erfolgt nicht in gleicher Weise momentan wie das Absinken beim Beginn des Vagusreizes. Dieses lässt sich aus jedem der in den Tafeln III bis VIII vorgelegten Fälle erkennen. Aus der Betrachtung der Figuren ergiebt sich zugleich, dass die Steilheit des Aufsteigens bez. der Zuwachs der Pulszahl in der Zeiteinheit um so grösser ist, je weiter die absolute Zahl der vorhandenen Pulse von dem erreichbaren Maximum derselben entfernt ist. Es ist also der Zuwachs der Pulszahl in der ersten Zeiteinheit nach dem Schluss des Vagusreizes grösser, als in der zweiten u. s. f. — Die Regel, nach welcher der Zuwachs der Pulszahlen erfolgt, ist also dieselbe, der man auch nach dem einfachen Vagusreiz bei Uebergang des verlangsamten in den Eigenpuls begegnet. Zwischen dem Aufwachsen der Pulszahl nach der einfachen und nach der von einer Erregung des n. accelerans begleiteten Reizung des n. vagus findet jedoch der Unterschied statt, dass die absoluten Werthe der Zunahme nach der gemeinsamen Reizung beider Nerven grösser, als nach der alleinigen des n. vagus sind. Dieses würde schon gelten, wenn von den aufsteigenden Schenkeln der beiden verglichenen Curven dieselbe Zeit verbraucht würde, um aus dem stets gleich tiefen Vagusthale auf die sehr ungleichen Höhen des Eigenpulses oder des Wellengipfels zu gelangen. Um so mehr muss also der nach gemeinsamer Vago-acceleransreizung aus dem Thale aufsteigende Ast den von dort nach alleiniger Vagusreizung emporstrebenden an Steilheit übertreffen, weil der erstere an seiner grösseren Höhe früher anlangt, als der letztere an seiner geringeren. — Hieraus geht hervor, dass sich unmittelbar mit dem Schluss der Tetanisirung des letzteren Nerven der durch den erregten n. accelerans herbeigeführte Zustand des Herzens geltend macht; jedoch nur in beschränkter Weise; denn wenn er voll hervorträte, so müsste mit dem Schlusse der Vagusreizung auch momentan die Schlagzahl erscheinen, welche die Häufigkeitscurve des Accelerans zu jener Zeit verlangte, sie müsste also eben so rasch emporgehen, als sie gesunken ist.

2. Für die Geschwindigkeit, mit welcher die Curve aus der Sohle des Vagusthales auf dem Gipfel der Häufigkeit anlangt, ist es bei einer gemeinsamen Reizung beider Nerven dagegen einer-



lei ob nach der Ausschaltung des n. vagus aus dem tetanisirenden Strome die künstliche Reizung des n. accelerans noch fortdauert, oder ob sie mit der des ersteren Nerven beendigt ist; hierfür liefern die Tafeln III und IV Belege, in welchen die Versuche dargestellt sind, bei welchen die kürzer dauernde Reizung des n. vagus über die länger anhaltende des n. accelerans hinwandert.

3. Wenn zwei bei derselben Temperatur gewonnene Curven miteinander verglichen werden, von denen die eine durch die Reizung des n. accelerans, die andere durch die Erregung des vago-accelerans hergestellt wurde, so findet sich, dass in der ersteren, in welcher die Beschleunigungswelle von der Höhe des Eigenpulses anhebt, der Gipfel langsamer erreicht wird als in der letzteren, in welcher die Erhebung von der Sohle des Vagusthales aus beginnt. Mit anderen Worten, der zeitliche Abstand des Eintrittes der höchsten Pulszahl vom Beginne der alleinigen Acceleransreizung ist grösser als derjenige der höchsten Pulszahl vom Ende des Vagusreizes, wenn mit diesem ein Acceleransreiz einhergegangen war; und dieses geschieht, trotzdem dass im letzteren Falle der Unterschied der durchlaufenen Pulszahlen grösser als im ersteren ist. Auch aus diesem Verhalten geht hervor, dass sich der durch die Reizung des n. accelerans erzeugte Zustand des Herzens trotz der gleichzeitigen Erregung des n. vagus ausgebildet hatte, so dass nun, wenn die hemmende Wirkung des letzteren Nerven aufhört, die Antriebe zum Anwachsen der Pulszahlen mächtiger hervortreten können, als dieses mit dem Beginn der Acceleransreizung, wegen des erst in der Entwickelung begriffenen Zustandes möglich ist.

Das eben beschriebene Verhalten ist versinnlicht durch ein Zahlenbeispiel, das der Versuchsreihe Abkühlung *A.* entnommen ist. Um das Verständniss der vorgeführten Zahlen, soweit dieses nicht schon durch die Ueberschriften der Stäbe geschehen ist, noch weiter zu fördern, diene die Bemerkung, dass in den gemeinsamen Reizungen die Tetanisirung der beiden Nerven gleichzeitig begann und nach sechs Secunden Dauer gleichzeitig aufhörte. In dem vierten Stabe ist die Schlagzahl eingetragen, welche sich in dem letzten Drittel der Reizungsdauer, also in der 4. bis 6. Secunde zeigte. Alle hier aufgeführten Schlagzahlen wurden im Verlaufe von je 2 Secunden geliefert.

Abkühlungsversuch *A*.

Gereizter Nerv	Temperatur	Eigenpuls	während der Reizung 4—6 Sec.	Nach der Reizung 0 bis 2	2 bis 4	4 bis 6	6 bis 8	8 bis 10	10 bis 12	12 bis 14	14 bis 16
Accelerans . .	39°.4 C.	5.88	9.75	10.0	9.7	8.5					
Vagoaccelerans	,, ,,	6.10	3.7	8.0	9.4	10.0	9.5				
Accelerans . .	37°.0 C.	5.80	8.3	8.2	8.4	8.6	8.4	8.35	8.35		
Vagoaccelerans	,, ,,	5.80	2.1	5.45	7.6	7.85	8.25	7.95	7.75		
Accelerans . ..	30°.7 C.	3.8	4.6	5.2	5.6	5.8	5.7	5.8	5.6		
Vagoaccelerans	,, ,,	4.1	1.1	3.0	4.7	5.2	5.6	5.6	6.0	5.7	
Accelerans . .	28°.6 C.	2.85	2.9	3.15	3.6	3.7	3.9	4.1	4.2	4.2	4.2
Vagoaccelerans	,, ,,	2.80	0.3	2.55	3.1	3.2	3.3	3.6	3.7	3.9	4.0

Wenn wir das, was die Tabelle für unseren nächsten Zweck lehrt, noch einmal zusammenfassen, so ergiebt sich, dass die Pulszahl ihre grösste Häufigkeit erreichte

von dem Eigenpulse aus in 8 Sec., nach dem Beginne der Reizung von dem Vagusthale aus schon nach 6 Sec. . . . . bei 39° C.

von dem Eigenpulse aus in 12 Sec., nach dem Beginn der Reizung von dem Vagusthal aus schon in 8 Sec. . . . . bei 37° C.

von dem Eigenpulse aus in 12 bez. 16 Sec. nach dem Beginne der Reizung, von dem Vagusthale aus schon in 8 bez. 12 Secunden bei 30°7 C.

von dem Eigenpulse aus in 16 bez. 18 Sec. nach dem Beginn der Reizung, von dem Vagusthale aus schon in 14 bez. 16 Sec. bei 28°6 C.

4. In dem soeben vorgelegten Zahlenbeispiel ist noch ein andres allgemein giltiges Verhalten ausgeprägt. Wenn die aus dem Vagusthale aufsteigenden Aeste solcher Vago-accelerans-curven mit einander verglichen werden, die bei verschiedenen Temperaturen gewonnen sind, so ergiebt sich, dass in dem bei dem geringeren Wärmegrad vorgenommenen Versuche das Aufsteigen langsamer als in dem bei höherem Wärmegrad ausgeführten geschieht. Das Anwachsen der Pulszahlen weist also hier dieselbe Abhängigkeit von der veränderlichen Temperatur nach, wie das Emporgehen der Häufigkeit aus dem Eigenpulse bei alleiniger Accelerans- oder das aus dem Vagusthale bei alleiniger Vagusreizung.

An die mitgetheilten Thatsachen schliessen sich die folgenden Betrachtungen an. — Die Einwirkungen, welche die durch den n. accelerans hervorgerufene Beschleunigungswelle erfährt, wenn während ihres Ablaufes eine Erregung des n. vagus auftritt, stellt sich beim Beginn der letzteren der Art, dass sich die Herzpausen auf ein ganz bestimmtes, nur von der Stärke der Vaguserregung abhängiges Maass verlängern. Nach den zahlreichen Belegen, welche hierfür in diese Abhandlung niedergelegt sind, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sich während einer Vagusreizung jedesmal die von ihr verlangte Pulsfolge herstellt, wobei es ganz gleichgiltig ist, wie viel Pulsschläge unterdrückt werden, die das Herz ohne die Anwesenheit der Vagusreizung hervorgerufen haben würde. Diese Unabhängigkeit der durch die Reizung des n. vagus bewirkten Herabminderung des Schlages leuchtet auch ohne eine weitere Vorführung von Zahlen sogleich ein, wenn man sich erinnert, dass unser Nerv den im Maximum der Beschleunigung befindlichen Herzschlag auf dasselbe Minimum herabdrückt, welches er auch an dem normal pulsirenden Herzen hervorbringt. Insofern man annehmen darf, dass zur Entstehung eines jeden Herzreizes eine gewisse Arbeit nöthig ist, wird man aus diesem Verhalten des n. vagus zu schliessen haben, dass die auslöschende Leistung, welche er vollbringt, nicht unmittelbar gegen diejenige gerichtet ist, welche sich an der beschleunigten Entstehung der Herzreize betheiligt. Summirte sich in der That der vom n. vagus herbeigeführte Zustand unmittelbar zu demjenigen, welcher den Herzreiz hervorruft, so müsste sich die in der Zeiteinheit zum Vorschein kommende Pulszahl als eine von beiden Zuständen bestimmte, als eine Differenz derselben ergeben.

Da dieses nicht der Fall, so muss man sich den Angriffspunkt, welchen der Vagus im Herzen besitzt, an einem andern Orte, als an demjenigen verlegt denken, auf welchen der n. accelerans wirkt. Hiermit stehen denn auch die Erscheinungen im Einklange, welche sich in der vom n. accelerans bedingten Beschleunigungswelle jenseits der eingeschobenen Vagusreizung vorfinden. Denn die Reizung des n. vagus, welche gleichzeitig mit der des n. accelerans begann, machte die Entstehung des Zustandes nicht unmöglich, welcher dem Auftreten der Beschleunigung zu Grunde liegt, und die Unterbrechung der schon im Ablaufe begriffenen Welle konnte es nicht hindern, dass

jenseits derselben die Beschleunigung gerade so abklang, als ob sie vom Anfang bis zum Ende ungestört verlaufen sei.

Bei dieser Bewandtniss könnte es den Anschein gewinnen, als ob der n. accelerans unmittelbar in die reizenden Apparate des Herzinnern eingriffe und diese zu einer häufigeren Entwicklung von Reizen veranlasste, während der n. vagus seine Wirkung nur auf die Wege erstreckte, welche die genannten Apparate mit den Nerven und Muskeln verbinden. So würde bei andauernder Erregung des n. vagus die Bildung und Ausgabe der Schlagreize zwar latent bleiben, aber dessenungeachtet ununterbrochen fortschreiten und es wäre nach dem Verschwinden der Vaguswirkung der Zustand des reizenden Werkzeuges auf derselben Beschaffenheit angelangt, in der es sich zu derselben Zeit auch ohne die eingeschaltete Erregung der hemmenden Nerven befunden hätte.

Diese sehr einfache Vorstellung von dem Verhältniss der beiden Nerven zu einander wie zu den Bestandtheilen des Herzens ist aber unvereinbar mit den Erscheinungen unmittelbar nach der Oeffnung des Stromes, welcher neben einer Reizung des n. accelerans den n. vagus tetanisirte. Denn es müsste, wäre sie richtig, zu dieser Zeit momentan die Pulsfolge hereinbrechen, welche jetzt vermöge des Ablaufs einer ungestörten Beschleunigungswelle zu erwarten war, was doch, wie wir sahen, nicht geschieht.

Um die Entstehung des Taktes begreiflich zu finden, nach welchem das Herz in den ersten Secunden hinter der Unterbrechung einer Vagusreizung schlägt, die gleichzeitig mit der des n. accelerans stattfand, scheinen auf den ersten Blick zwei Wege offen zu stehen, einer, welcher die Ursache der Erscheinung in einer die Tetanisirung überdauernden Reizung des n. vagus, der andere, welcher sie in einem Zustande des Herzens sucht, der die Folge der vorausgegangenen Vagusreizung ist. Nach einer genaueren Prüfung der Gründe erweist sich jedoch nur die letztere Erklärung als haltbar.

Wollte man annehmen, dass der n. vagus nach der Oeffnung des tetanisirenden Kreises noch in derselben Weise, wenn auch in abnehmendem Grade, erregt sei, wie er es während seiner Einschaltung in den Inductionsstrom war, so würde man damit zu einem auffallenden Widerspruche zwischen den Wirkungen gelangen die der erregte n. vagus beim Hereinbrechen

und während der Dauer des Inductionsstromes entfaltet und denjenigen, die ihm nach dem Aufhören des letzteren eigen sind. In der erstern der beiden Perioden vermochte der n. accelerans, auch wenn er sich in der höchsten Erregung befand, keine Aenderung in der Pulsfolge hervorzubringen, welche eine, wenn auch noch so schwache, Vagusreizung verlangte; in der Periode der Nachwirkung dagegen sollte sich plötzlich der n. vagus von dem n. accelerans in einer Weise beeinflussen lassen, die bis zum Verschwinden aller Vaguswirkung gehen konnte. Wäre in der That auch nach der Oeffnung des Stromkreises ein Zustand des n. vagus im Spiele, und träte die von ihrer Höhe herabsinkende Erregung zu der des n. accelerans in ein anderes Verhältniss als die aufsteigende jenes Nerven, so müsste man jedenfalls zugeben, dass der Zustand des n. vagus, solange er sich im Stromkreise befindet, ein durchaus anderer als nach dem Austritt aus demselben sei. Damit verliert aber die Hypothese von der Nachwirkung des n. vagus ihren Werth, weil sie nur darum aufgestellt wurde, um die Erscheinungen nach der Beendigung des Vagusreizes zu erklären. Andere Gründe, auf welche sie sich stützen könnte, giebt es in der That nicht.

Anders steht es mit der Annahme, die von jeder Nachwirkung innerhalb des n. vagus absieht, und dafür die Ursache, warum nicht sogleich nach beendigtem Vagusreize die Wirkung des erregten n. accelerans voll hervortritt, in einen Zustand des Herzens selbst legt. Dieser letztere liesse sich dadurch bezeichnen, dass das Werkzeug, welches die Muskelreize entwickelt, durch keine der innern Bedingungen des Herzens, welche den Schlag zu beschleunigen vermögen, plötzlich, sondern immer nur allmälig aus einer langsameren in eine beliebig rascher auf einander folgende Reihe von Entladungen übergehen könne. Man würde es als den Ausdruck dieser, nach Analogie einer die Anstösse summirenden Einrichtung anzusehen haben, dass sich nach einer einfachen Vagusreizung der früher vorhandene Eigenpuls und dass sich nach einer einfachen Tetanisirung des n. accelerans das erreichbare Maximum der Pulsfrequenz nach einem ähnlichen Wachsthumgesetze einstellen, mit der auch die Häufigkeit der Schlagfolge aus dem Vagusthale auf den Gipfel der Beschleunigungswelle emporgeht. Auch die Schlagfolge in den sog. Gruppen des verstümmelten und mit Serum gefüllten Frosch-Herzens, welche *Luciani* aufgefunden hat, würden eine Folge der unter-

stellten Eigenschaft des im Herzen gelegenen reizentwickelnden Apparates sein. — Als ein Maass für den Grad der Ausbildung, welchen die der Häufigkeit des Schlages förderlichen Bedingungen erlangt haben, würde man ausser der schliesslich erreichten Häufigkeit des Pulses auch noch die Geschwindigkeit anzusehen haben, mit welcher die Häufigkeit des Pulses ansteigt, und dann würde es jedenfalls der vorgetragenen Hypothese günstig sein, dass die veränderliche Temperatur in übereinstimmender und schon früher erwähnter Weise nach einfachen und nach gemeinsamen Reizungen des n. vagus und des n. accelerans auf das zeitliche Verhalten der aufsteigenden Pulszahlen wirkt.

Sollte man gegen diese Anschauung einwenden, dass sie nichts anderes als eine Umschreibung der am Herzschlage beobachteten Thatsachen sei, so wäre hierauf zu erwidern, dass sie darum nicht nutzlos sei. Denn es führt dieselbe zu einer neuen und haltbaren Vorstellung über die Beziehungen zwischen den Vorgängen, welche im Herzen nach Reizungen des n. vagus und des n. accelerans stattfinden. Nach ihr erscheint es nämlich nun als eine nothwendige Bedingung, dass der gereizte n. vagus den Apparat des Herzens, welcher die Reize aussendet, zum Stillstand bez. zu einem langsameren Gange veranlasst, statt dass er, wie wir es früher annehmen konnten, nur die Uebertragung der Reize auf die Muskeln hemmt. Da aber, wie wir gesehen, die Wirkung des n. accelerans und die des n. vagus nicht auf einem Punkt zusammentreffen können, weil sie sich sonst algebraisch summiren müssten, so werden wir nun anzunehmen haben, dass der n. accelerans nicht unmittelbar in den reizausgebenden Apparat wirke; wir müssen statt dessen jetzt unterstellen, dass er irgend welche andere Veränderungen im Herzen hervorrufe, die eine häufigere Entwicklung der Reize unterstützen können. Diese Bedingung müsste weiter so beschaffen sein, dass sie allmälig wieder verschwinde, gleichgiltig ob sie ihre Wirkungen auf den Herzschlag geltend oder nicht geltend gemacht habe. Mit diesem Zusatz erreichen wir den Vortheil, dass wir nicht mehr danach zu fragen haben, wohin die Arbeit kommt, welche im Herzen ausgeführt worden, während seine Schlagreize bei der Dauer einer Vagusreizung zwar noch fortentwickelt, aber nicht mehr auf die Muskeln übertragbar waren.

Am Schlusse dieser kurzen Abhandlung dürfte es nicht nöthig sein, den thatsächlichen Inhalt derselben noch einmal zu



wiederholen, wohl aber darauf hinzuweisen, wie sich nun das Verhältniss unserer beiden Nerven zu einander wesentlich anders stellt, als man es vordem fasste. Bisher hielt man dafür, dass die Wirkungen beider Nerven auf verschiedenen Abtheilungen derselben Stufenleiter lägen, indem der n. accelerans den Herzschlag über die Zahl der Eigenpulse in derselben Art beschleunigen, wie ihn der n. vagus unter jenen Werth verlangsamen könne. Hieraus wäre die mit der sonstigen Sparsamkeit des thierischen Organismus schwer zu vereinigende Folgerung erwachsen, dass dieselbe Pulsfolge auf die verschiedenste Weise hätte entstehen können, je nachdem entweder nur der dem Herzen eigenthümliche Reizungsapparat gearbeitet, oder in mannigfach sich compensirenden Abstufungen die Erregung der beiden Nerven in Wirksamkeit getreten wäre. Von einem solchen, man darf wohl sagen überflüssigen Zusammenwirken beider Nerven kann nach den mitgetheilten Erfahrungen keine Rede mehr sein; diese weisen vielmehr jedem Nerven einen besonderen Wirkungskreis an. Der n. vagus mindert mit dem Eintritt seiner Erregung und entsprechend dem Grade derselben die Zahl der Pulse auf ein bestimmtes Maass herab und lässt sich an dem Erreichen seines Effectes weder durch die Erregung des anderen Herznerven noch durch die Aenderung der Temperatur beirren. Der n. accelerans dagegen versetzt auch bei einer nur vorübergehenden Erregung das Herz in einen durch Minuten hin andauernden Zustand, vermöge dessen die Schlagfolge jedesmal über das Maass der Eigenpulse beschleunigt werden kann; und wenn es ihm versagt ist, die Hemmungen des n. vagus auch nur zu schwächen, so lässt sich dafür der von ihm erzeugte Zustand von jenem nicht austilgen. In einer späteren Abhandlung hoffe ich an der Hand neuer Versuche auf die beiden Nerven noch einmal zurückzukommen.

Erklärung zu Tafel I.

Die Tafel vergleicht durch Uebereinanderbausen zweier Häufigkeitscurven die Wirkungen zweier gleichstarken aber durch grössere Zeiträume von einander getrennten Vagusreize.

Die Abscissen geben die Zeit, die beiden Verticalen, welche sich dem Vagusthale gegenüber erheben, geben die Dauer der Reizung an. Auf den Ordinaten sind die Pulse gezählt, die in je zwei Secunden schlugen; erhebt sich also die Höhe einer blauen Linie auf 4.4, so bedeutet dieses dass zu jener durch die Abscisse angegebenen Zeit in 2 Secunden 4.4 Schläge ausgegeben worden. — Die römischen Zahlen bezeichnen wie in der Tabelle auf p. 185 die Ordnungsnummern der Reize. Die nebenstehenden Temperaturen geben an, bei welchem Wärmegrad des Thieres die Reizung stattfand.

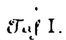
Fig. 1. Dauer der Vagusreizung 4 Secunden. Zeitlicher Abstand dieser beiden Reizungen während der Versuchsdauer etwa 1 1/2 Stunde.

Fig. 2. Dauer der Vagusreizung 4 Secunden. Zeitlicher Abstand dieser beiden Vagusreizungen während der Versuchsdauer etwas mehr als 2 Stunden.

Fig. 3. Differenz der Temperatur — im rectum gemessen — für diese beiden Vaguszreize 4°.85 C. Dauer der Reizung in beiden 6 Secunden. Abstand dieser beiden Vagusreize während der Versuchsdauer etwa 2 Stunden.

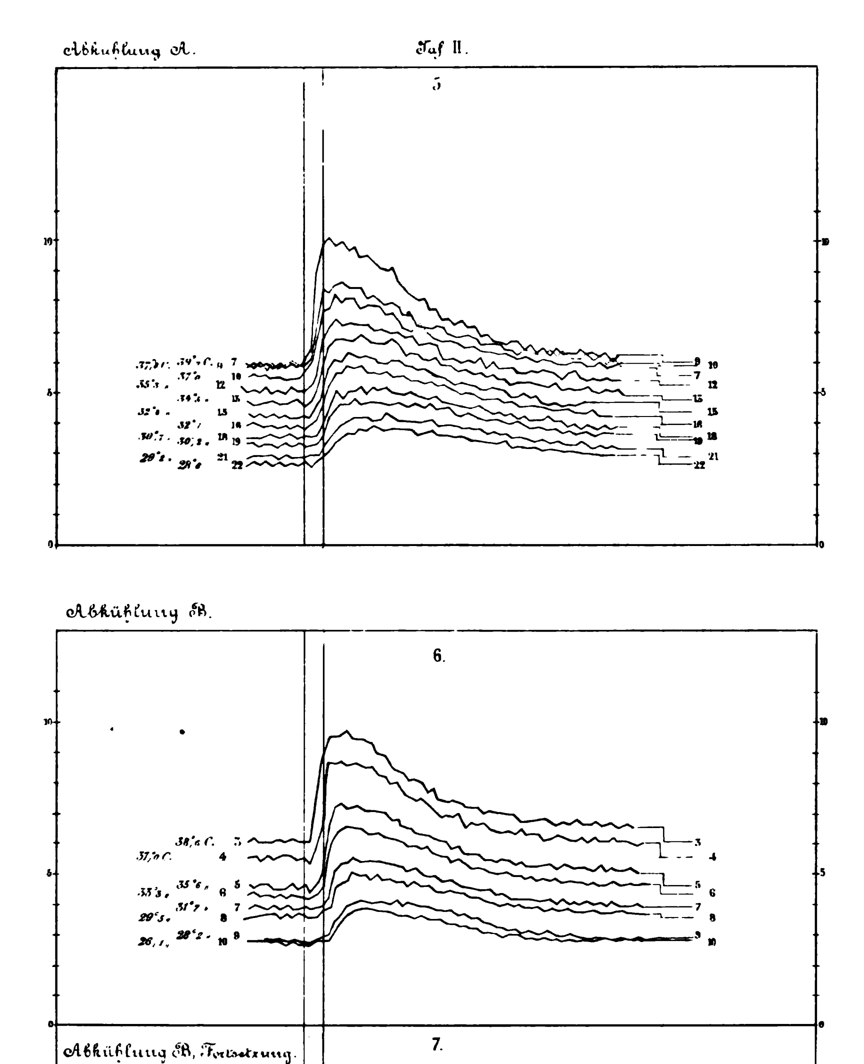
Fig. 4. Differenz der Temperatur beider Reize 5°.7 C. Dauer der Reizung 6 Secunden. Zeitlicher Abstand dieser beiden Reizungen während der Versuchsdauer etwa 2 1/2 Stunden.

Fig. 5. Differenz der Temperatur beider Reize 12°.5 C. Dauer der Reizung 6 Secunden. Zeitlicher Abstand der beiden Reizungen während der Versuchsdauer etwa 3 1/4 Stunden.



Berichte d. K. S. Ges. d. Wiss. math. phys. Cl. 1875.
Zur Abhandlung von N. Baxt.

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Erklärung zu Tafel II.

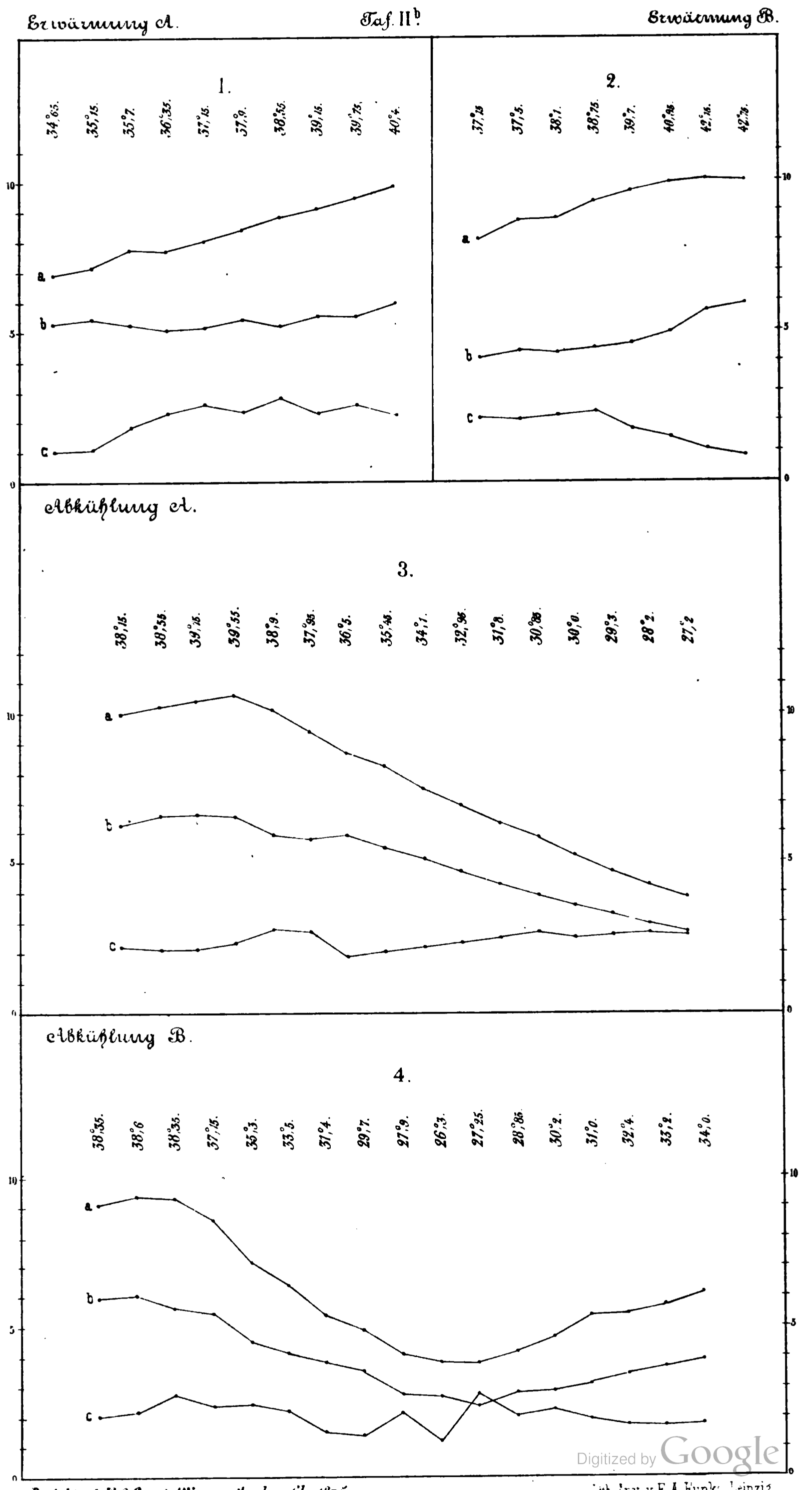
Fig. 5 stellt die übereinandergelegten Curven von Accelerans-reizungen aus der Versuchsreihe Abkühlung *A*. dar. Aus den Anfangstheilen der Curven bis zum ersten Verticalstrich ersieht man den Gang des Eigenpulses und seine Veränderlichkeit mit der Temperatur. Die folgenden Theile veranschaulichen die Verschiedenartigkeit der Latenz, der Erhebung und der Senkung der Beschleunigung bei maximaler Reizung des n. accelerans in verschiedenen Temperaturen. Die beiden Verticalstriche bezeichnen die Zeit der Reizung.

Fig. 6 u. 7 stellen übereinandergelegte Curven von Accelerans-reizungen aus der Versuchsreihe Abkühlung *B*. dar. 6 giebt die Aenderungen bei abnehmender und 7 bei wieder aufsteigender Wärme unter gleichen Bedingungen wie in Fig. 5.

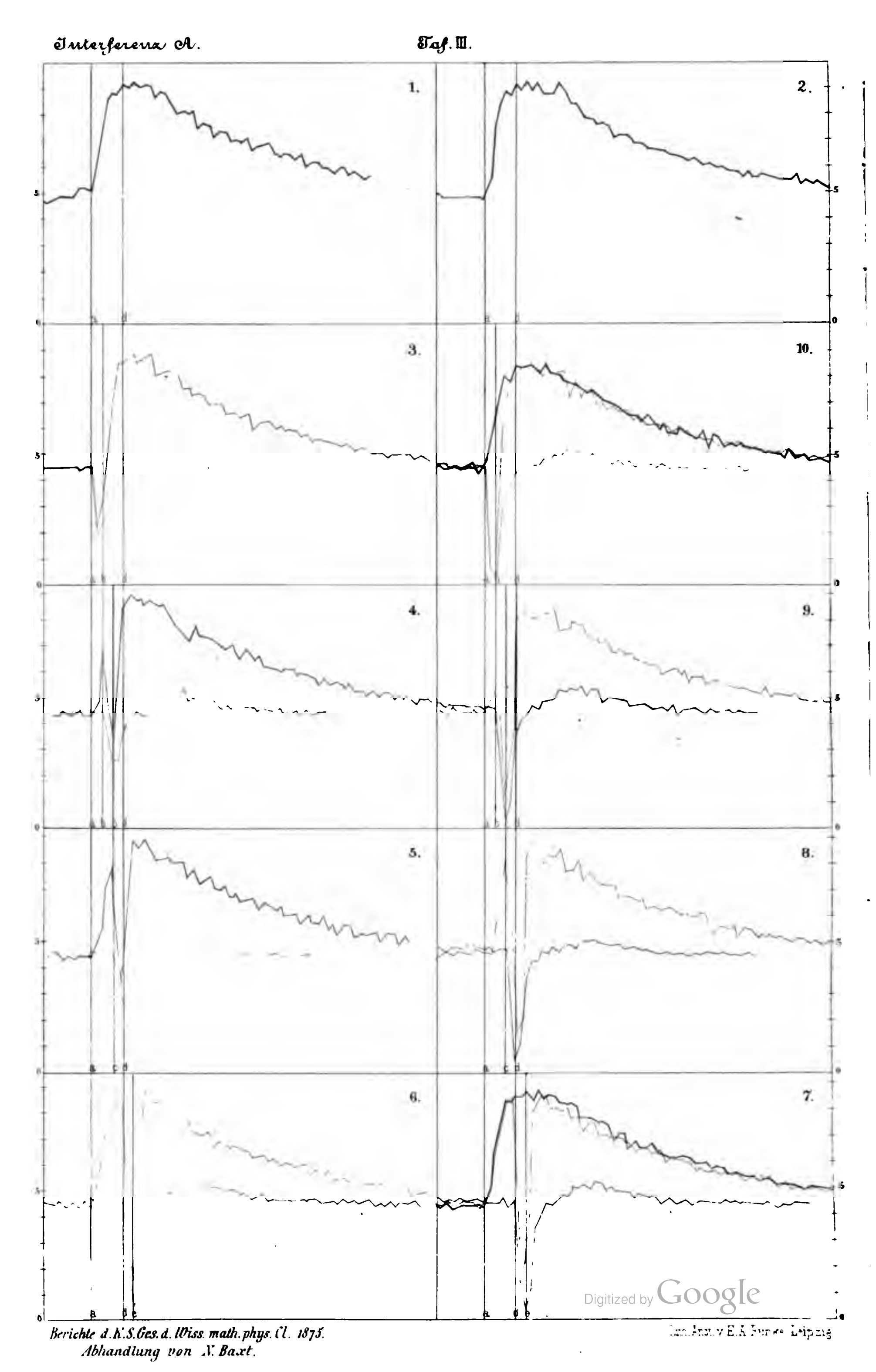
Erklärung zu Tafel II b.

Die Linien dieser Tafel versinnlichen den Einfluss der veränderlichen Temperatur: auf das Maximum der Pulszahl in Folge der stärksten Reizung des n. accelerans — Linien *a* — ferner auf die Zahl der Eigenpulse — Linien *b* — und endlich auf das Verhältniss der Ueberzahl der in Folge der Acceleransreizung gelieferten Pulse zu der in derselben Zeit vorhandenen Zahl der Eigenpulse — Linien *c*. — Die in je 2 Secunden vorhandenen Schlagzahlen können für die Linien *a* und *b* an der Ordinate abgelesen werden, die nach Pulszahlen getheilt ist. Da die einzelnen Beobachtungen ihrer zeitlichen Folge nach dargestellt werden sollten, so sind sie in der Ordnung in welcher sie ausgeführt wurden, über die Abscisse aufgetragen. Der Anfang jeder Reihe ist neben den Buchstaben *a* und *b*. Die Temperatur bei welcher die Schläge geschahen, steht über den Linien bez. den Punkten die in ihnen marcirt sind.

Durch die Figuren 1 und 2 sind die Erwärmungsversuche *A*. und *B*., durch die Figuren 3 und 4 die Abkühlungsversuche *A*. und *B*. dargestellt.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.


1.
2.
3.
10.
4.
9.
5.
8.
6.
7.

Erklärung zu Tafel III.

Interferenzversuch *A*.

Die Fig. 1 und 2 entsprechen zwei Reizungen des n. accelerans von je 12 Secunden Dauer im Anfange des Versuchs.

Von Fig. 3 ab sind die Ergebnisse von mehreren (zwei oder drei) Reizungen übereinander gelegt. Blau gehört der Reizung des n. vagus, roth der des n. accelerans, violet der des Vago-accelerans. — Die Reizungen des Vagus dauerten 4, die des n. accelerans 12 Secunden. Die kürzere Reizung des Vagus schiebt sich in den aufeinanderfolgenden Beobachtungen mit gleichzeitiger Reizung über die des n. accelerans hinweg. Die Verticallinien begrenzen die Zeiten der Reizung.

Fig. 3 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. — Die Reizungen des n. vagus (*ad*) und n. accelerans (*ab*) beginnen bei der letztern gleichzeitig.

Fig. 4 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des n. vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 4 Secunden später als die des n. accelerans (*bc*).

Fig. 5 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 8 Secunden später als die des n. accelerans (*cd*).

Fig. 6 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 12 Secunden später als die des n. accelerans (*de*), also mit dem Schlusse dieser.

Fig. 7 Reizung des n. vagus, des n. accelerans und des Vago-accelerans. In der letztern beginnt die Reizung des n. vagus (*ad*) um 12 Secunden später als die des n. accelerans (*de*).

Fig. 8 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt in der letztern 8 Secunden später als die des n. accelerans (*cd*).

Fig. 9 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt in der letztern 4 Secunden später als die des n. accelerans (*bc*).

Fig. 10 Reizungen des n. vagus, des n. accelerans und des Vago-accelerans mit einander gedeckt. Die Reizung des n. vagus (*ad*) und des n. accelerans (*ab*) beginnen in der letztern gleichzeitig.

Die Gesammtlänge der hier dargestellten Acceleranscurven entspricht etwa 160 Secunden, die Gesammtlänge der hier dargestellten Vaguscurven entspricht etwa 100 Secunden.

Erklärung zu Tafel IV.

Interferenzversuch *B*.

In dieser Tafel sind die Ergebnisse von mehreren (zwei oder drei) Reizungen übereinander gelegt. Blau gehört der Reizung des n. vagus, roth der des n. accelerans, violet der des Vago-accelerans. Die Reizungen des Vagus dauerten 4, die des n. accelerans 12 Secunden. Die kürzere Reizung des Vagus schiebt sich in den aufeinanderfolgenden Beobachtungen mit gleichzeitiger Reizung über die des n. accelerans hinweg. Die Verticalen begrenzen die Dauer der Reizungen.

Fig. 1 Reizung des n. vagus, des n. accelerans und des Vago-accelerans mit einander gedeckt. Die Reizungen des n. vagus (*ad*) und n. accelerans (*ab*) beginnen bei der letzteren gleichzeitig.

Fig. 2 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 4 Secunden später als die des n. accelerans (*bc*).

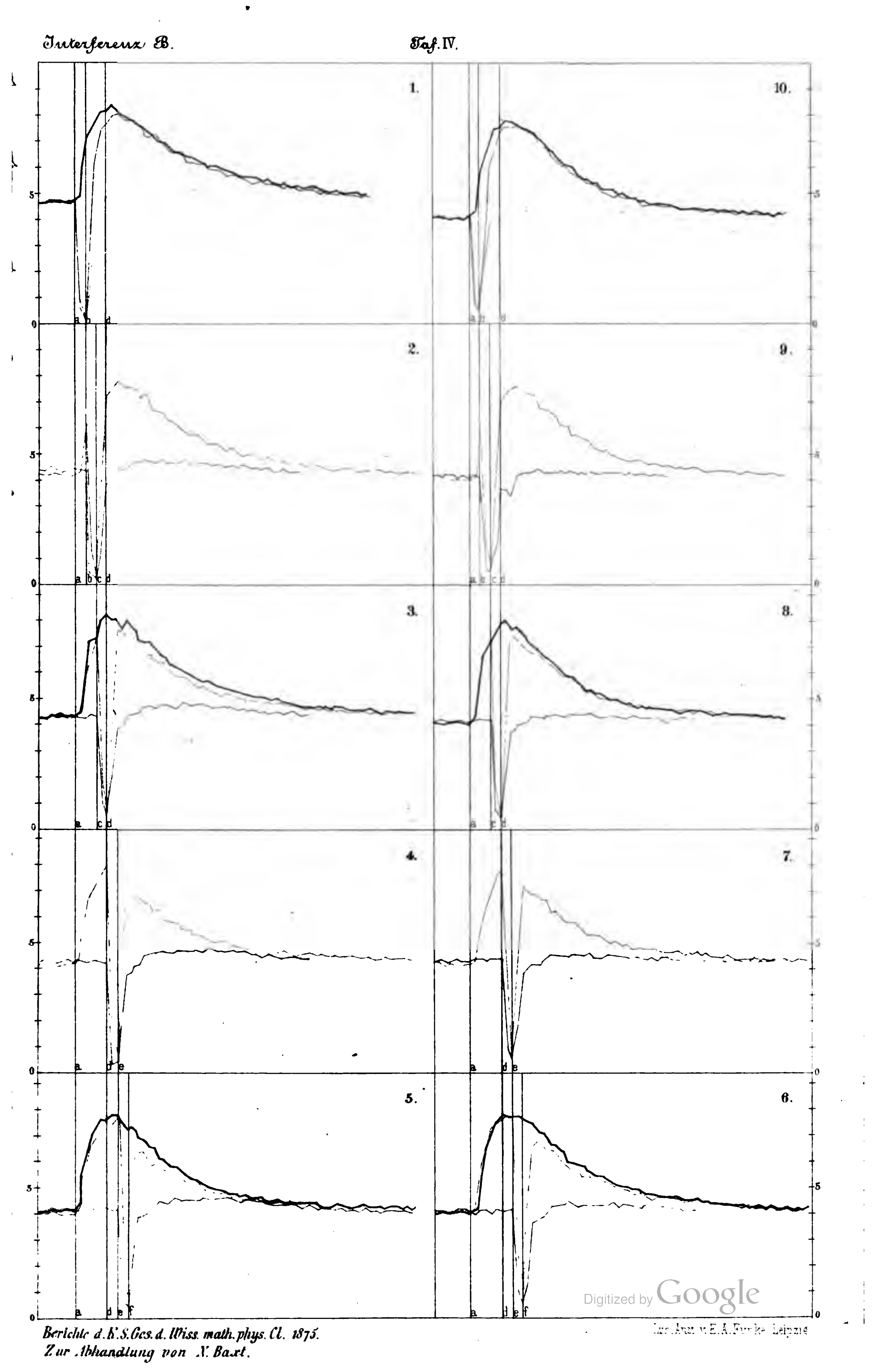
Fig. 3 Reizung des n. vagus, des n. accelerans und des Vago-accelerans mit einander gedeckt. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 8 Secunden später als die des n. accelerans (*cd*).

Fig. 4 Reizung des n. vagus, gedeckt mit einer solchen des Vago-accelerans. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 12 Secunden später als die des n. accelerans (*de*).

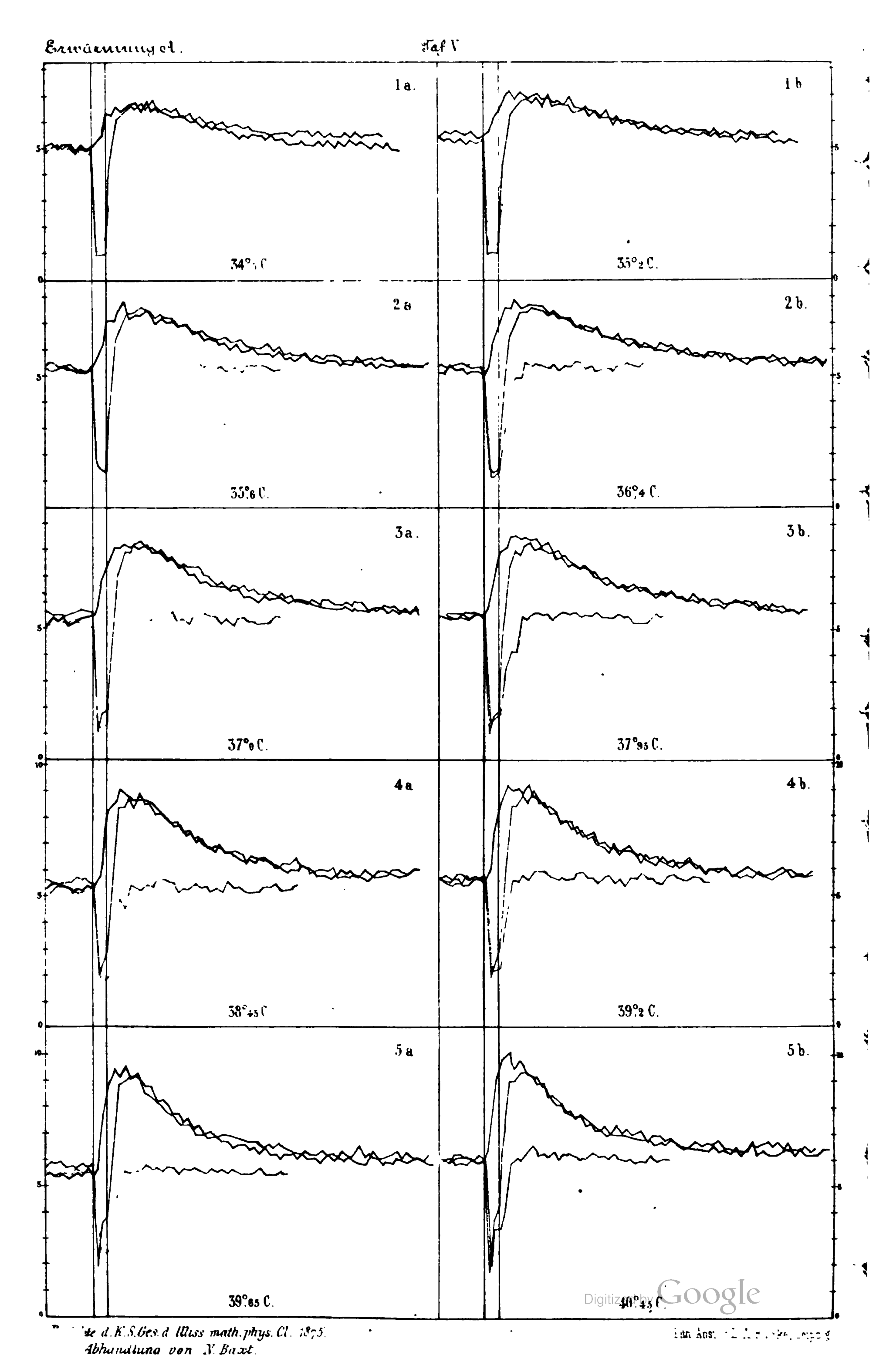
Fig. 5 Reizung des n. vagus, des n. accelerans und des Vago-accelerans mit einander gedeckt. Die Reizung des n. vagus (*ad*) beginnt bei der letztern 16 Secunden später als die des n. accelerans (*ef*) oder 4 Secunden nach Unterbrechung der Acceleransreizung.

Die Figuren 6—10 stellen eine Wiederholung der in den Figuren 1—5 dargestellten Versuche dar, nur in umgekehrter Ordnung, so dass also Fig. 6 gerade dasselbe darstellt wie Fig. 5, Fig. 7 dasselbe wie Fig. 4, Fig. 8 dasselbe wie Fig. 3, Fig. 9 dasselbe wie Fig. 2, und Fig. 10 dasselbe wie Fig. 1.

Die Längen der hier dargestellten Acceleranscurven entsprechen etwa 150 Secunden, die Längen der hier dargestellten Vaguscurven entsprechen etwa 100 Secunden.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig


1a.
34°5 C.
1b
35°2 C.
2a
35°6 C.
2b.
36°4 C.
3a.
37°0 C.
3b.
37°95 C.
4a
38°45 C
4b.
39°2 C.
5a
39°85 C.
5b.
40°45 C.

Erklärung zu Tafel V.

Erwärmungsversuch *A.*

Während der Dauer dieses Versuches wurde die Eigenwärme des Thieres von 34°.5 C. allmälig auf 40°.45 C. emporgetrieben. — Die Reizungen der Nerven währten jedesmal 6 Secunden. Der Gang des Versuches war folgender. Nachdem die Temperatur des Mastdarms an dem ununterbrochen in seiner Lage gelassenen Thermometer abgelesen war, wurden der Reihe nach 1. der n. vagus, 2. der n. accelerans, 3. beide Nerven genau gleichzeitig, 4. der n. vagus, 5. der n. accelerans gereizt. Diese Reizungen waren durch entsprechende Pausen getrennt. Nach diesen Reizungen wurde die Temperatur von Neuem abgelesen. Hierauf wurde so lange gewartet, bis sich die Wärme des Thieres voraussichtlich um ein merkliches erhoben hatte, dann abermals die Temperatur abgelesen und mit der Reizung wie früher begonnen und in derselben Reihenfolge fortgefahren. Von solchen Perioden enthält der vorliegende Versuch fünfe. — In einer jeden derselben erhielt man sonach eine Reizung des Vago-accelerans die mit je zweien der alleinigen Tetanisirung des n. vagus und des n. accelerans verglichen werden konnten, von denen das erste Paar bei einer etwas niedrigern, das zweite dagegen bei einer etwas höheren Temperatur als die gemeinsame beider Nerven gewonnen war. Diese Vergleichungen sind in den Figuren durchgeführt, indem die erste der gemeinsamen Vagus-accelerans-Reizung (violet) in Fig. 1a. auf die bei der niedrigern Temperatur erfolgten alleinigen Reizungen des n. accelerans (roth) und n. vagus (blau) und in Fig. 1b. auf die bei etwas höherer Temperatur vorgenommenen alleinigen Reizungen der beiden Nerven aufgebaust sind. Aus dem gleichen Verfahren sind 2a. und 2b., 3a. und 3b., 4a. und 4b., 5a. und 5b. entstanden.

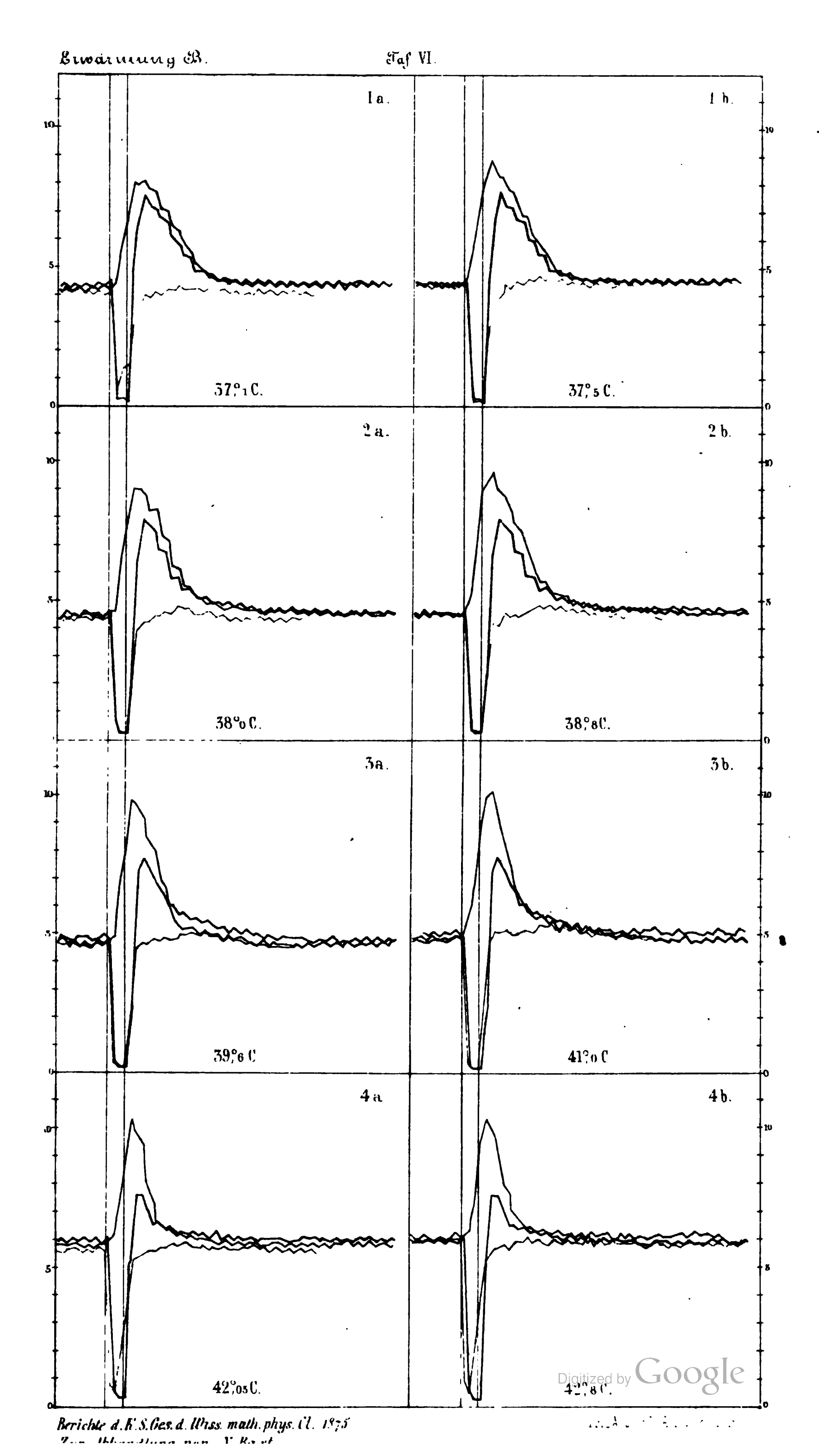
Die Verticallinien bedeuten Anfang und Ende der Reizung. Die Dauer der hier dargestellten Accelerans- und Vago-accelerans-Curven entspricht etwa 150 Secunden, die Dauer der dargestellten Vaguscurven entspricht etwa 100 Secunden.

Erklärung zu Tafel VI.

Erwärmungsversuch *B*.

Dieser Versuch wurde ganz in derselben Weise wie der vorgehende *E. A.* ausgeführt. Während der Dauer dieses Versuches wurde die Eigenwärme des Thieres von 37°.1 C. allmälig bis auf 42°.8 C. emporgetrieben. Die Reizungen der Nerven währten auch hier jedesmal 6 Secunden. Die Reihenfolge der Reizungen und Temperaturablesungen war dabei ganz dieselbe wie bei *E. A.* Von den in der Erklärung zu Tafel V. bezeichneten Perioden enthält der vorliegende Versuch viere. Die Zusammenstellung der Figuren und die Wahl der Farben ist hier in derselben Weise wie bei *E. A.* geschehen, indem eine Vago-accelerans-Reizung auf die bei etwas niedrigerer und etwas höherer Temperatur, aber zu derselben Periode gehörenden alleinigen Reizungen des n. accelerans und n. vagus aufgebaust ist. Auf diese Weise sind die zusammengehörigen Paare von Figuren 1 a. und 1 b., 2 a. und 2 b., 3 a. und 3 b., 4 a. und 4 b. entstanden. Die an den mit *a* bezeichneten Figuren angegebenen Temperaturen bedeuten auch hier, wie bei *E. A.*, die Anfangstemperaturen der verschiedenen Perioden, während die bei den mit *b* bezeichneten Figuren angegebenen Temperaturen die Endtemperaturen derselben Perioden bezeichnen.

Die Verticallinien bedeuten auch hier Anfang und Ende der Reizung.

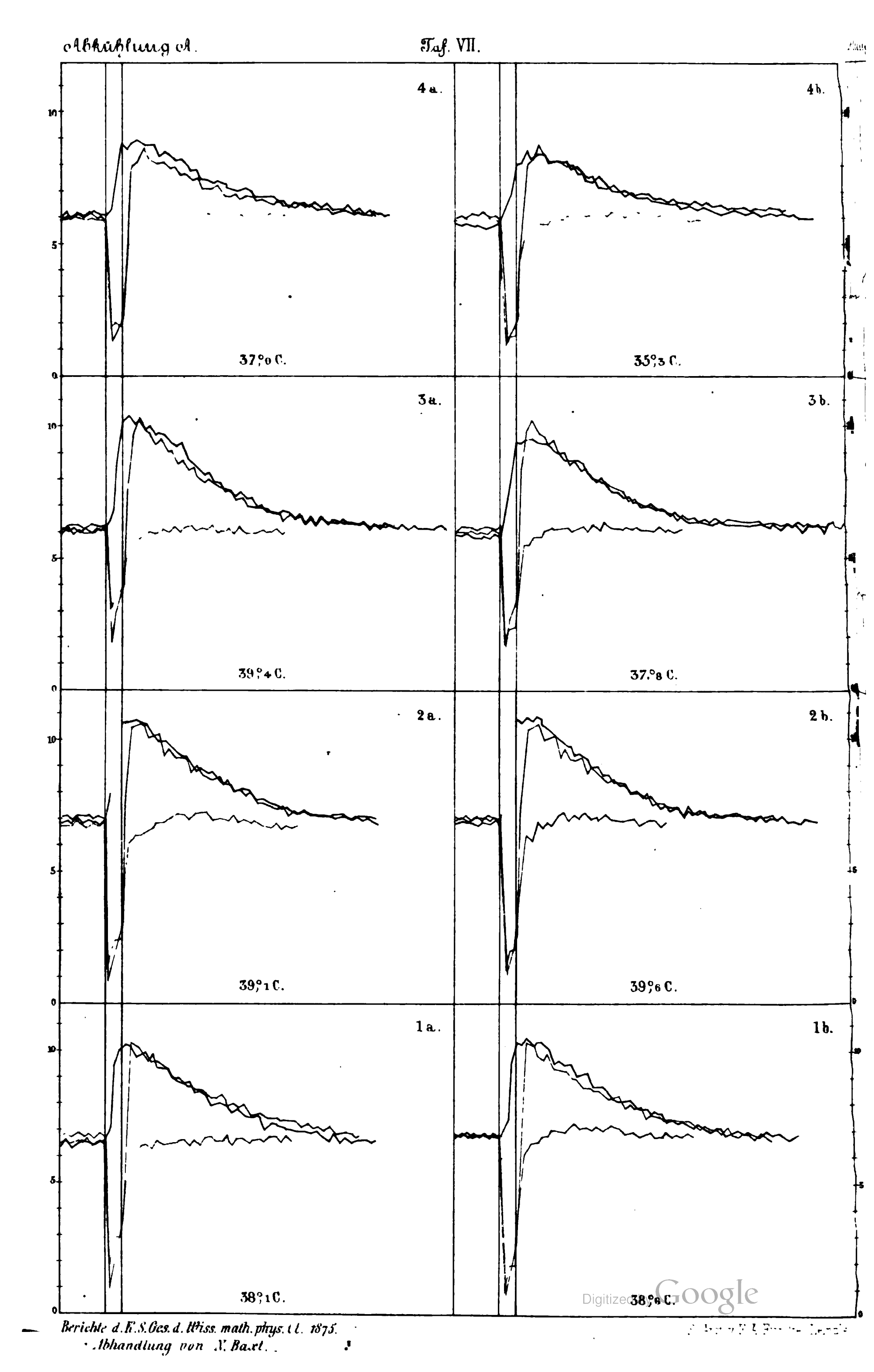

1a.
37°,1 C.
1b.
37°,5 C.
2a.
38°,0 C.
2b.
38°,8 C.
3a.
39°,6 C
3b.
41°,0 C
4a
42°,05 C.
4b.

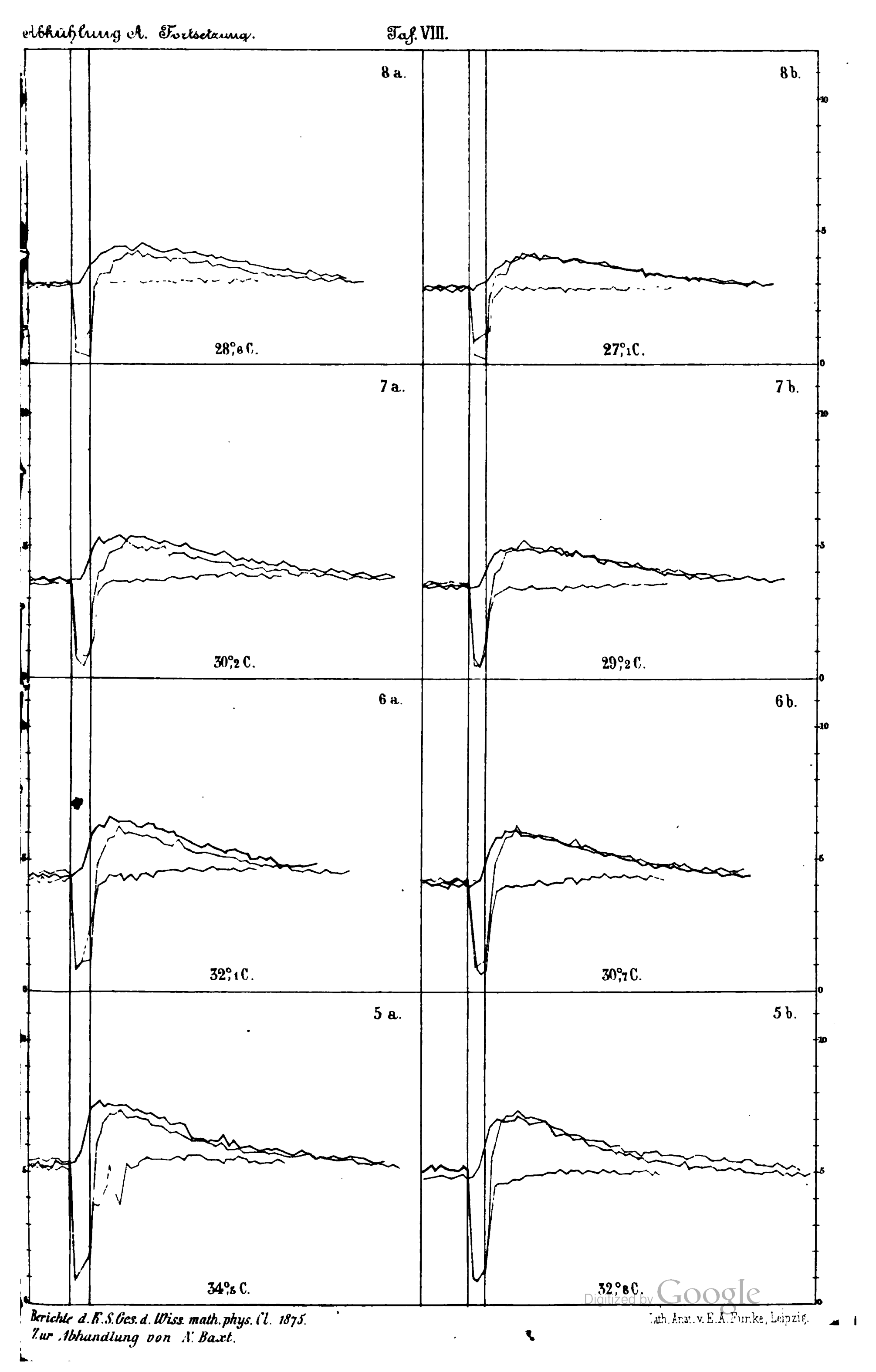
Erklärung zu den Tafeln VII und VIII.

Abkühlungsversuch *A*.

Während der Dauer dieses Versuches wurde die Eigenwärme des Thieres allmälig zuerst von 38°.1 C. auf 39°.6 C. emporgetrieben, dann von dieser letztern Temperatur bis auf 27°.1 C. heruntergebracht. Sonst wurde der Versuch ganz in derselben Weise wie *E. A.* und *E. B.* geführt. Die Reizungen der Nerven währten auch hier jedesmal 6 Secunden. Die Reihenfolge der Nervenreizungen und Temperaturablesungen war auch hier ganz dieselbe wie bei *E. A.* und *E. B.* Auf diese Weise sind bei dieser Versuchsreihe Acht Serien von je 5 Nervenreizungen oder Acht Perioden erhalten worden. Die vier ersten Perioden sind in Tafel VII, die vier letzten in Tafel VIII dargestellt. Die Zusammenstellung der Figuren ist auch hier dieselbe wie in den vorhergehenden zwei Tafeln in den entsprechenden Figuren, indem auch hier mit *a* und *b* eine Vago-accelerans-Reizung auf die alleinigen Reizungen des n. vagus und n. accelerans bei etwas niedrigerer und etwas höherer Temperatur, aber von derselben Periode, aufgebaut sind. Die Temperaturangaben in den Tafeln bei den mit *a* bezeichneten Figuren bedeuten die Temperatur am Anfang einer jeden Periode, die Temperaturangaben bei den mit *b* bezeichneten Figuren die Temperatur am Ende derselben.

Die Verticallinien in den Figuren bezeichnen auch hier Anfang und Ende der Reizung. Die Längen der Abscissen nach den Accelerans- und Vago-accelerans-Curven entsprechen etwa 140 Secunden, die Längen der Vagus-Curven entsprechen etwa 90 Secunden.


4 a.
37°,0 C.
4 b.
35°,3 C.
3 a.
39°,4 C.
3 b.
37°,8 C.
2 a.
39°,1 C.
2 b.
39°,6 C.
1 a.
38°,1 C.
1 b.
38°,8 C.
10
5
0



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

in
die
vers
näcl
der
eine
Die
Text
legt.
4 Se
6 Se
Wahl
zu gr

Nerve
welch
orha
minde
lärt
ulsda
weı

U
er Re
ffern
der
eiden
Ze
elb
die

In
die
en
ingt

Bemerkungen zu den Tabellen.

Vor dem Gebrauche der Tabellen beachte man Folgendes:

Die von dem Thiere niedergeschriebenen Originalcurven wurden in Abschnitte, welche je zwei Secunden entsprachen, getheilt, und die in jedem derselben vorhandenen Pulse gezählt. Weil nun selbstverständlich die Zeit vom Beginne einer bis zu dem Anfang einer nächsten Systole gleich der Dauer eines Pulsschlages ist, so kann es der gewählten Art zu zählen gemäss nicht vorkommen, dass in irgend einem Abschnitte der Curve die Pulszahl der Null gleich werde. — Die in je zwei Secunden gefundenen Pulszahlen sind, wie schon im Texte erwähnt wurde, der Construction aller Figuren zu Grunde gelegt. In den folgenden Tabellen sind dagegen entweder die in je 4 Secunden (Interferenz *A.* u. *B.*) oder in den spätern die in je 6 Secunden gezählten Pulse eingeschrieben, ein Verfahren dessen Wahl sich dadurch rechtfertigt, weil ohne dasselbe die Zahlenreihen zu gross geworden wären.

In dem ersten Stabe der Tabellen ist der Name des gereizten Nerven eingesetzt. In dem zweiten Stabe stehen die Eigenpulse, welche vor der Reizung des Nerven in je 4 bez. in je 6 Secunden vorhanden waren. Die verzeichneten Werthe sind das Mittel aus mindestens 30, häufig auch aus mehr Zeiteinheiten. Hierdurch erklärt es sich, dass ausser den Hundertel auch die Tausentel einer Pulsdauer auftreten, trotzdem dass sich Messung und Schätzung nicht so weit herab erstrecken.

Unter den Stäben mit arabischen Ziffern stehen die während der Reizungsdauer beobachteten Pulse, unter denen mit lateinischen Ziffern die nach dem Ende der Reizung aufgetretenen Pulse. In jeder dieser Columnen finden sich zwei Zahlen. Die obere der beiden bedeutet die Zahl der Pulsschläge, welche in der entsprechenden Zeit von 4 oder 6 Secunden aufgezeichnet wurden, die unter derselben, welche mit + oder — versehen ist, giebt an, um wieviel die obere Zahl von der des Eigenpulses abweicht.

In dem vorletzten Stabe ist der Verlust oder Gewinn summirt, den die Pulszahlen in der gesammten zur Abzählung benutzten Zeit erlitten haben, die mit dem Beginn der Abweichung vom Eigenpuls anfängt und annähernd mit der Wiederkehr der letztern endet. Auch

in diesem Stabe stehen jedesmal mehrere Zahlen, so oft am Eingang einer Reihe Vagus und Vago-accelerans vorkommt.

Steht am Eingang der Reihe Vagus, so finden sich im vorletzten Stabe drei Zahlen. Die erste derselben bedeutet den Verlust, welchen während der ganzen zur Zählung benutzten Zeit die Pulszahlen dadurch erlitten haben, dass das Herz nicht nach dem Takte des Eigenpulses geschlagen hat. Da nun aber während und einige Zeit nach der Vagusreizung die Zahl der Schläge bald nach der negativen und bald nach der positiven Richtung hin abweicht, so ist die erste der Zahlen gleich der algebraischen Summe der genannten Abweichungen. Um nun auch den Betrag dieser letztern ersichtlich zu machen sind sie in Klammern mit + und — versehen unter die erstere Zahl eingetragen.

Steht am Eingang der Reihe Vago-accelerans, so finden sich im vorletzten Stabe zwei Zahlen. Die erstere derselben bedeutet das Mehr, welches die Pulse über die Zahl gewonnen haben, welche unter der Voraussetzung des fortdauernden Eigenpulses vorhanden gewesen wäre. Die zweite Zahl giebt an, wie gross der Ueberschuss gewesen sein würde, wenn statt einer gemeinsamen Reizung des n. vagus und n. accelerans nur die des letztern Nerven stattgefunden hätte. Um zu diesem Werthe zu gelangen, wurde die Einbusse, welche die Schlagzahl während der Dauer der Vagusreizung erlitten hatte, durch einen Mittelwerth ausgeglichen, der aus den zwei benachbarten reinen Acceleransreizungen unter Zuhülfenahme der Pulszahlen in den entsprechenden Zeitabschnitten gezogen war.

ferenzvers

übrigen bei R. A.

genden je 4 Sec.			Zuwachs durch Accelerans- und Vagoacceleransreizung in 126 Sec. Verlust durch Vagusreizung in 72 Sec.	Maximum und Minimum in 4 Sec.
XIV.	XV.	XVI.		
12.8	12.35	12.15		17.7
+3.47	+3.02	+2.82	+123.41	
12.65	12.35	12.1		17.8
+3.17	+2.87	+2.62	+122.26	
8.4	8.35	8.25		4.3
—0.42	—0.47	—0.57	—9.36	
			(—10.76) (+1.40)	
11.85	11.65	11.45		17.0
+3.54	+3.34	+3.14	(+120.37); 125.90	4.3
8.55	8.5	8.55		5.1
—0.13	—0.18	—0.13	—2.94	
			(—6.92) (+3.98)	
11.9	11.5	11.4		17.0
+3.54	+3.14	+3.04	(+120.72); 128.15	7.1
8.65	8.55	8.45		5.3
—0.21	—0.31	—0.41	—3.63	
			(—7.95) (+4.32)	
12.0	11.75	11.5		17.0
+3.48	+3.23	+2.98	(+119.29); 127.23	7.9
8.8	8.75	8.75		0.8
+0.02	—0.03	—0.03	—4.11	
			(—11.25) (+7.14)	
11.75	11.45	11.35		16.8
+3.27	+2.97	+2.87	(+108.01); 119.96	3.5
8.65	8.6	8.4		0.9
—0.07	—0.12	—0.32	—3.41	
			(—11.38) (+7.97)	
11.85	11.75	11.75		16.8
+3.52	+3.42	+3.42	+134.21	
8.85	8.8	8.7		0.8
—0.02	—0.07	—0.17	—5.56	
			(—12.28) (+6.72)	
11.95	11.75	11.65		16.5
+3.28	+3.08	+2.98	(+105.79); 114.53	2.8
8.85	8.8	8.7		0.9
—0.27	—0.32	—0.42	—10.76	
			(—13.27) (+2.51)	
11.95	11.6	11.45		16.8
+3.19	+2.84	+2.69	(+97.82); 106.15	3.25
8.95	8.9	8.8		0.85
—0.16	—0.21	—0.31	—7.08	
			(—13.14) (+6.06)	
11.55	11.55	11.2		16.2
+2.87	+2.87	+2.52	(+96.96); 106.09	2.6
8.65	8.55	8.6		1.55
—0.17	—0.27	—0.22	—7.81	
			(—11.91) (+4.10)	
11.65	11.35	11.2		16.0
+2.95	+2.65	+2.5	(+93.25); 102.22	1.45
8.8	8.7	8.7		0.9
+0.18	+0.08	+0.08	—3.96	
			(—10.73) (+6.77)	
11.4	11.2	10.95		16.0
+2.88	+2.68	+2.43	+108.94	

die Acceleransr… 24.8 ausgeführt worden.

…	je folgende 4 Sec. XIII.	XIV.	XV…	…XXX.	Zuwachs durch Accelerans- u. Vagoacceleransreizungen in 132 Sec., Verlust durch Vagusreizungen in 64 Sec.	Maximum u. Minimum in je 4 Sec.
54	9.7 +0.44	9.7 +0.44	9.55 +(		−2.11 (−11.93) (+9.82)	0.8
46	10.9 +1.846	10.8 +1.746	10.65 +1.2	2 +0.146	+79.168	16.0
05	10.8 +1.75	10.55 +1.5	10.5 +1	2 +0.15	+(61.60); 70.795	15.5 0.9
74	9.45 +0.374	9.4 (?) +0.324	9.4 (? +0.		−1.116 (−9.778) (+8.662)	0.9
3	8.8 +0.3	8.85 +0.35	8.75 +(		−4.4 (−10.75) (+6.35)	0.8
24	9.75 +1.524	9.7 +1.474	9.6 +1	55 +0.324	+(61.242); 73.088	15.1 0.8
46	8.75 +0.446	8.7 +0.396	8.55 +0		−1.964 (−9.712) (+7.748)	0.8
44	9.85 +1.594	9.65 +1.394	9.55 +1	5 +0.244	76.402	15.6
74	9.6 +1.324	9.5 +1.224	9.35 +1	5 +0.224	+(50.842); 63.729	14.5 0.9
32	8.65 +0.382	8.55 +0.282	8.45 +0		−3.588 (−10.554) (+6.966)	0.8
36	9.25 +1.16	9.1 +1.01	9.0 +	35 +0.26	+(49.28); 61.206	15.3 1.8
28	8.45 +0.378	8.3 +0.228	8.3 +0		−2.452 (−9.416) (+6.964)	0.9
78	9.1 +1.078	8.9 +0.878	8.8 +0	1 (?) +0.078	63.174	15.0
24	9.2 +1.174	9.1 +1.074	8.85 +0	15 +0.124	+(49.442); 61.348	14.9 1.0
12	8.3 +0.362	8.15 +0.212	8.15 +0.		−4.208 (−10.014) (+5.806)	0.8
82	8.75 +0.932	8.6 +0.782	8.6 +	9 +0.082	+61.806	14.8
71	9.3 +1.56	9.0 +1.26	8.85 +	0 +0.26	+76.43	14.9
08	8.05 +0.208	8.1 +0.258	8.0 +		−4.522 (−9.526) (+5.004)	0.9
06	9.2 +1.356	8.85 +1.006	8.9 +	.05 +0.206	+(56.548); 67.852	15.0 2.1
82	8.15 +0.232	8.1 +0.182	8.1 +		−5.738 (−9.954) (+4.216)	0.8
27	9.0 +1.17	8.9 +1.07	8.7	.1 +0.27	+(51.01); 62.30	14.7 1.6
56	8.05 +0.206	8.0 +0.156	7.9 +		−6.054 (−9.332) (− 3.278)	0.8
37	8.85 +1.07	8.7 +0.92	8.7	.0 +0.22	68.46	15.1
32	9.0 +1.182	8.8 +0.982	8.7 +	.05 +0.232	+(50.456); 62.50	14.1 0.9
22	8.05 +0.17	8.0 +0.12	7.9		−8.83 (−11.29) (+2.46)	0.8
43	9.1 +1.38	8.9 +1.18	8.7	.95 +0.23	+(56.34); 67.186	14.5 1.0
204	7.95 +0.204	7.95 +0.204	7.8		−6.436 (−9.538) (+3.102)	0.9
82	9.05 +1.382	8.9 +1.232	8.8	.0 +0.332	75.456	14.8
68	9.0 +1.218	8.8 +1.018	8.7	.05 +0.268	+(57.844); 65.927	14.5 0.9
078	7.9 +0.128	7.8 +0.028	7.		−7.902 (−10.138) (+2.236)	0.8
57	8.85 +1.27	8.75 +1.17	8.	.8 +0.22	73.96	14.7

sin
end
x
5.05 +0
6.4 +0
6.8 +
6.2 +0.
6.8 +0.
5.4 +(
6.8 +1
7.55 +2.
5.4(? +0.
7.25 +2.
5.0 +0.
7.6 +2.
8.25 +2.
5.7 —0.
8.2 +2
.15 +0.1
.2 +3.(
.25 +2.2
.85 —0.4
.0 +1.8
.1 —0.1
.35 —2.3
.9 —1.9
25 —0.1
55 —2.2

sversuc

Vagusreize

6 Secunden.

	XI.	XI
).05	11.85 −0.15	
424	12.7 −0.424	12.5: +(
035	12.9 +0.135	12.8 +(
096		
151	13.05 +0.351	12.9. +(
138		
.375	13.1 +0.425	13.0 +(
).30	13.3 +0.25	13.2 +
078		
.437	13.35 +0.387	13.4 +(
145		
059	13.25 −0.109	13.3 −(
091	13.75 −0.209	13.9 −(
138	14.25 −0.138	
135	14.55 +0.135	14.4 −(
104	16.35 +0.204	
062	16.65 +0.162	16.4. −(
018	17.25 +0.132	17.1 +(
).10	17.5 +0.10	
107	17.75 +0.257	17.8 +(

6

uch A

ns-Reize b

lerfolgende

X.	XI.
5 -0.25	15.5 —0.1
-1.98	16.8 +1.68
5 1.746	16.6 +1.696
5 -0.41	14.4 +0.06
2.031	15.75 +1.881
5 -0.26	
5 2.271	14.45 +1.871
5 1.879	13.7 +1.529
5 0.225	12.2 +0.275
-2.32	13.5 +1.92
5 0.241	10.9 +0.091
2.107	12.3 +1.707
1.604	11.65 +1.354
5 0.045	10.15 +0.145
5 -2.10	11.55 +1.80
0.004	
2.057	10.35 +1.707
.566	9.6 +1.266
0.207	8.0 —0.157
.841	9.5 +1.541

Ueber den Einfluss des gereizten n. splanchnicus auf den Blutstrom innerhalb und ausserhalb seines Verbreitungsbezirkes.

Von

Dr. v. Basch.

Mit 1 Holzschnitt.

Da ich bei dem Suchen nach den Ursachen der Darmbewegung zu der Ueberzeugung gelangte, dass zu ihnen auch der veränderliche Blutgehalt der Eingeweide gerechnet werden müsse, so lag mir der Wunsch nahe eine genauere Einsicht in die Strömungsvorgänge zu gewinnen, welche durch die Reizung der Vasomotoren des Darms und vor allem durch die des n. splanchnicus hervorgerufen werden. Denn dass trotz zahlreicher in dem vergangenen Jahrzehnt ausgeführter Arbeiten die Wirkungen des n. splanchnicus noch nicht vollkommen aufgeklärt sind, geht am deutlichsten aus der Arbeit von *Slavjanski* [1]) hervor, welche darlegte, dass die Unterbindung aller Darmarterien zu wesentlich anderen Folgen führt als die Reizung der n. splanchnici. In beiden Fällen, durch Unterbindung der Arterien wie durch Reizung der Eingeweide-Nerven vermehrt sich die Füllung der a. aorta, aber in dem erstern mindert sich die während der Zeiteinheit durch das Herz gehende Blutmenge, indess sie sich während der Reizung der n. splanchnici vermehrt. Damit war die frühere Hypothese, welche auf den Abschluss des arteriellen Stromes zu dem Darme das wesentliche Gewicht legte, als unzureichend dargethan.

Um für die Aufstellung einer neuen Hypothese einen Anhaltepunkt zu gewinnen, suchte ich mich zunächst über den Unterschied aufzuklären, den ein Gefässbezirk aufweist, je nachdem die verengenden Gefässnerven desselben erregt, oder die zu ihm hinführenden Arterienstämme unterbunden sind. In

---

1) Diese Berichte 1873.

dieser Absicht wählte ich zum Ausgangspunkt meiner Versuche das Ohr des Kaninchens, an dem man unterscheiden konnte, wie sich der Blutgehalt der Arterien, Capillaren und Venen verhalten werde, je nachdem die grösseren Ohrarterien, vor oder nach Durchschneidung der zugehörigen Vasomotoren unterbunden, oder die letzteren bei offener Arterie gereizt waren. Um mit Rücksicht auf den Venenwiderstand die Bedingungen der Beobachtung an dem Ohre und an den Baucheingeweiden einander ähnlich zu machen, gab ich dem Brette, auf welches das Kaninchen gebunden war, eine senkrechte Stellung, so dass der Kopf des Thieres nach unten gerichtet war. In dieser Lage stand der Inhalt der Venen unter dem Drucke einer Blutsäule, deren Wirkungen sich über jene hinaus auf die Capillaren hin erstrecken mussten. Die erhaltenen Ergebnisse lasse ich zunächst sprechen.

1. Curarisirtes Kaninchen; rechterseits der Halsstamm des Sympathicus blossgelegt; eine Fadenschlinge um die Carotis. Als die letztere unterbunden war, blieben die mittlere Ohrarterie und die seitlichen Ohrvenen bis in die feinsten Verzweigungen deutlich gefüllt. Sowie die Reizung des n. sympathicus hinzutritt, schmälert sich die Arterie an der Ohrwurzel merklich, das an die Spitze verlaufende Ende, sowie alle Zweige des Stammes verschwinden vollständig, die Venen dagegen verändern während der Reizung ihre Füllung nicht.

2. Curarisirtes Kaninchen, Präparation wie in 1. Durch die Compression der a. carotis wird der Durchmesser der a. auricularis vermindert, aber sie bleibt noch deutlich sichtbar. Während der Reizung des n. sympathicus dagegen erblassen nicht nur die Arterien, sondern auch Capillar-Bezirke und die aus ihnen hervorgehenden Venenwurzeln; die Venenstämme aber bleiben gefüllt und schwellen auch sogleich von neuem, wenn man den Finger, mit welchem man ihren Inhalt ausgestrichen hat, entfernt. Wenn man die mittlere Ohrarterie zwischen den Fingern in der Nähe der Ohrwurzel zudrückt, so bleibt der oberhalb der Druckstelle gelegene Theil des Stammes gefüllt und ein Gleiches gilt auch von den Verzweigungen, so dass die Muschel merklich röther als nach Reizung des n. sympathicus aussieht.

3. Curarisirtes Kaninchen; Halsmark über den Atlas durchschnitten, das Rückenmark mit Electroden armirt, die rechte

Ohrarterie mit einem Faden abgebunden, der mittelst einer feinen Nadel eingezogen war. Alle Gefässe der Ohren erscheinen stark gefüllt. Während der Reizung des Halsmarkes erblasst das Ohr auf der linken Seite mit Ausnahme der Venenstämme welche fortwährend gefüllt bleiben. Am rechten Ohr — mit unterbundener Arterie — ist die Reizung von geringerm Erfolge, die Arterienzweige verschmälern sich, aber werden nicht blutlos. Als die Reizbarkeit des Rückenmarkes erloschen war, wurde der linke Sympathicus präparirt und gereizt. So oft dieses letztere geschah, erblassten alle Gefässe der Muschel mit Ausnahme der Venenstämme, welche sich in ihrer Füllung erhielten.

4. Der Unterschied der Füllungen hebt sich womöglich noch klarer von einander ab, wenn einerseits die Arterien des Ohres unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Muschel unterbunden und der Halsstamm des n. sympathicus durchschnitten, andererseits aber die beiden genannten Gebilde unversehrt geblieben sind. Dann sind auf dem operirten Ohre nicht blos die Stämme sondern auch die feinen Netze der Venen gefüllt, indess auf der andern Seite, so oft man durch einen sensiblen Reiz eine reflectirte Erregung der Vasomotoren einleitet, sich das ganze Ohr mit Ausnahme der Venenstämme bis zur Todesblässe entleert. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der Durchmesser der Venenstämme keinen merklichen Unterschied aufweist, ob die Hauptarterie des Ohres auf nur einen Querschnitt verschlossen, oder die sympathischen Nerven gereizt sind, dass dagegen die Arterienzweige, die Capillaren und die Venenwurzeln sich während der Reizung vollständig entleeren, indess sie nach der Verlegung der Haupt-Arterie noch sehr viel Blut zurückbehalten.

Wollte man die am Ohr gewonnene Anschauung auf das Gebiet der n. splanchnici übertragen, so würden sich die Erscheinungsreihen, während der Lähmung und der Reizung des genannten Nerven und die nach Unterbindung der drei grossen Darm-Arterien, folgendermaassen fassen lassen.

a. Nach Durchschneidung der n. splanchnici mindert sich der Blutgehalt in der Aorta zunächst darum, weil sich, wegen der Erschlaffung der Wände aller zuführenden Arterien, die gesammten Capillaren und alle Venenwurzeln der Gedärme füllen. Aus diesem mit einer schwachen Elasticität begabten Bezirke fliesst das Blut mit einer geringeren Geschwindigkeit ab, so dass

in das Herz weniger Flüssigkeit zurückkehrt, als wenn das gesammte jetzt in dem Darme enthaltene Blut theilweise diesen und theilweise auch andere mit einer höheren Elasticität begabte Gebiete erfüllt hätte. Wegen dieses geringeren Zuflusses zum Herzen wird die Füllung der Aorta dauernd eine geringere und es kann darum nur noch ein geschwächter Strom durch die Gefässe dringen, welche zu ihrer Erweiterung eines stärkeren Druckes bedürfen. Die eben entwickelte Vorstellung fügt, wie man sieht, zu den von den Versuchen am Ohr hergenommenen Anschauungen die Annahme, dass die verschiedenen Bahnen, welche sich von der Aorta zu den Hohlvenen erstrecken, mit ungleichen Elasticitäten begabt seien, so dass es verschieden grosser Drücke bedürfe, um jede von ihnen auf denselben Gesammt-Querschnitt zu bringen.

b. Wenn durch Reizung der n. splanchnici alle Zuflüsse zu den Baucheingeweiden verschlossen sind, und sich zugleich das vorher in den Arterien, Capillaren und Venenwurzeln enthaltene Blut durch die Leber in das Herz entleert hat, so muss sich nun der Blutstrom bei einem höheren Drucke in der Aorta und einer grösseren Ausfluss-Geschwindigkeit aus derselben herstellen. Denn da die jetzt zur Verfügung stehenden Abflusswege nur mit Hilfe von höheren Drücken auf einen grösseren Querschnitt zu bringen sind, so muss, solange der Druck in der Aorta noch gering ist, der Zufluss zu ihr den Abfluss aus derselben überwiegen; es können die beiden genannten Grössen erst dann gleich werden, wenn der Druck in der Aorta auf ein gewisses Maass emporgestiegen ist. Die Höhe der Aortenspannung wird zur Erzielung dieses Gleichgewichtes um so grösser sein müssen, je mehr Blut dem Strome zur Verfügung steht. Dass unter diesen Umständen die Geschwindigkeit des Stromes eine grössere als in dem vorhin betrachteten Falle werden muss, ergiebt sich daraus, weil wegen der gleichen in den Gefässräumen unterzubringenden Blutmenge der Gesammtquerschnitt der Strombahnen annähernd wenigstens eben so gross sein muss, als früher, und weil nun der den Strom unterhaltende Unterschied des Druckes zwischen den kleinen Arterien und den Venenwurzeln grösser ist, als derjenige, welcher bei gelähmten n. splanchnici vorhanden war.

c. Während sich die Strömungen bei gelähmten und erregten n. splanchnici dadurch von einander abhoben, dass bei



gleicher im Fliessen begriffener Blutmenge die dem Durchgang geöffneten Bahnen eine ungleiche Elasticität besassen, tritt nach Unterbindung der grossen Darmarterien ein anderes Verhältniss ein. Nach dieser Operation nimmt der Strom im wesentlichen den Weg, welchen er auch während der Erregung der n. splanchnici einschlug, aber es kreist nach Unterbindung der Arterienstämme weniger Blut, als während Reizung der splanchnici; denn es sollte nach unserer Voraussetzung das Gebiet der Unterleibsgefässe sich im ersteren Falle weniger entleeren als im letzteren. Hieraus würde es sich erklären, warum die Unterbindung der Arterien für das Anwachsen des Druckes und für die Grösse der in der Zeiteinheit durch das Herz gehenden Flüssigkeitsmasse von einer geringeren Bedeutung ist, als die Reizung der n. splanchnici.

Diese Hypothesen sind allerdings in der Abhandlung *Slavanski*'s schon angedeutet, aber dort weder als ausreichende noch als nothwendige bewiesen worden. Stellte man sich nun die Aufgabe diesen Mangel zu ergänzen, so leuchtete auch sogleich die Unmöglichkeit ein, zu ihrer Lösung dadurch zu gelangen, dass man aus einer Auswerthung aller hier in Betracht kommenden Eigenschaften der Gefässe und des Blutes die Daten zum Aufbaue einer Gleichung gewinne, aus welcher sich die beobachteten Erscheinungen des Stromes voraus sagen liessen. Zu einem solchen Unternehmen reichen nach keiner Seite hin unsere Hilfsmittel aus. Soweit ich sehe bliebe uns nur das Verfahren übrig in einem oder andern der Strombezirke des Aortensystems willkürliche, in ihren nächsten Folgen sicher erkennbare Veränderungen anzubringen und gleichzeitig zu bestimmen, wie sich hierbei gewisse Eigenschaften des Stroms in den von jenen Veränderungen zunächst betroffenen oder nicht betroffenen Bezirken verhalten. Sollte es sich nun auch zeigen, dass auf diesem Wege kein strenger Beweis für oder wider jene Hypothesen sich erbringen liesse, so würden wir auf ihm doch eine Anzahl neuer Thatsachen gefunden haben, die dereinst zu einer erschöpfenden Darstellung des Kreislaufs beitragen werden.

Zu meinen Versuchen habe ich mich der Hunde und der Kaninchen bedient. Da die an jedem dieser beiden Thiersorten gewonnenen Erfahrungen Eigenthümlichkeiten bieten, so werde ich auch in der Darstellung die an ihnen gewonnenen Ergebnisse auseinanderhalten.

Kaninchen.

Die Beobachtungen, welche an diesen Thieren vorgenommen wurden, bezogen sich auf die Aenderungen des arteriellen Blutdruckes, die bei der Lähmung und Erregung des n. splanchnicus vorkamen, während die Unterleibseingeweide dem Blicke offen lagen, oder während die v. portarum verschlossen oder wegsam war. In anderen Versuchsreihen wurde bei unversehrten n. splanchnici der arterielle Druck bestimmt, während die Darmarterien und die Pfortader nach einer festgesetzten zeitlichen Regel unterbunden wurden.

Die Bestimmung des Arteriendruckes war dem registrirenden Quecksilbermanometer anvertraut. Ueber die Behandlung des n. splanchnicus, der immer am curarisirten Thiere gereizt wurde, bemerke ich: In allen Beobachtungen wurden stets die beiden n. splanchnici gereizt; um diese den Electroden zugänglich zu machen, löste ich beiderseits ein Stück der elften Rippe aus ihrem Periost und drang bei kleineren Thieren zum Nerven nach Eröffnung der Pleura, bei grösseren aber dadurch, dass ich die Pleura von dem Reste der elften und von den benachbarten Rippen loslöste. Von dieser Wunde aus kann man ohne den geringsten Blutverlust zum n. splanchnicus gelangen. War dieses geschehen, so schob ich unter den Nerven die durch Hartgummi isolirten Electroden aus Platindraht. An der bis dahin im Leipziger Laboratorium gebrauchten Gestalt der Hartgummi-Electroden brachte ich die Veränderung an, dass ich die eine der beiden Platten, diejenige nämlich, auf welcher die Platindrähte lagen, an ihrem unteren Ende zu einer Rinne umbiegen liess, in welcher der Nerv Platz hatte, ohne von dem andern als Deckplatte zu bezeichnenden Kautschukstück gedrückt zu werden. Diese Form der Reizträger für tiefliegende Nerven ist bei *Cyon* [1]) abgebildet. In allem Uebrigen verfuhr ich so, wie es bei *N. Baxt* beschrieben ist.

1. Obwohl man von dem Zeitpunkte an, in welchem sich die Aufmerksamkeit auf die vasomotorischen Eigenschaften des n. splanchnicus richtete, das Verhalten der Arterien während der Reizung der genannten Nerven an den blossgelegten Gedärmen

1) *E. Cyon* Atlas zur Methodik der physiologischen Experimente Tafel IV. Fig. 3 A. u. B.

oft genug beobachtet hat, hielt ich es doch für gerathen, dieses noch einmal zu thun, um das zeitliche Zusammentreffen der Verengung der Arterien mit dem Ansteigen des arteriellen Blutdruckes zu constatiren. Hierbei ergab sich, dass nicht blos die im Mesenterium verlaufenden Arterienzweige, sondern auch die in der Darmwand selbst enthaltenen verengt und dass zugleich die dem Auge zugängigen Darmstücke auffallend blass wurden. Von dem Augenblicke an, wo die Verengung der arteriellen Gefässe begann, erhob sich auch die Quecksilbersäule im Manometer und sie sank von ihrem maximalen Stande erst wieder ab, nachdem in Folge der unterbrochenen Nervenreizung die Füllung der Darmarterien im Zunehmen begriffen war. Demgemäss erzeugt die Reizung der Vasomotoren am Darme ähnliche Erscheinungen der Gefässfülle wie am Kaninchen-Ohr und es besteht zwischen dem Erblassen des Darmes und dem Ansteigen des arteriellen Druckes in zeitlicher Beziehung eine vollständige Uebereinstimmung.

2. Als von nun ab die n. splanchnici maximal gereizt und gleichzeitig die Pfortader entweder verschlossen oder offen erhalten werden sollte, um die Bedeutung des durch diese Vene abfliessenden Blutes für die Erhöhung des arteriellen Druckes zu prüfen, musste es vor allem darauf ankommen, die Reizbarkeit der Darmgefässe möglichst unversehrt zu erhalten.

Zu dem Ende wurde nach Armirung des n. splanchnicus das Pylorus-Ende des Magens und der Anfang des Duodenums aus einem durch die linea alba geführten Schnitte hervorgenommen, die v. portarum in ihrem Verlauf durch das kleine Netz isolirt und um sie eine seidene Schnur gezogen, deren Enden durch ein Ligaturstäbchen geführt wurden. Auf diese Weise blieben die Gedärme während der Operation vollkommen unberührt, und nach Vollendung derselben konnte die Wunde sorgfältig vernäht und trotzdem die Lichtung der Vene nach Belieben geschlossen und wieder eröffnet werden.

Nach Vollendung der Vorbereitungen wurde mehrmals der arterielle Druck während Reizung der n. splanchnici bei offener v. portarum und einige Zeit darauf der Druck während Reizung der genannten Nerven und geschlossener v. portarum bestimmt. Der Zeit nach wurde die Reizung bei geschlossener Pfortader jedesmal zwischen zwei solcher mit offener Vene eingeschaltet, um den Einfluss der fortschreitenden Ermüdung der Nerven und

der Gefässe in Rechnung ziehen zu können. Ausserdem wurde die Vorsicht angewendet, unmittelbar nach Schluss der Vene mit der Reizung zu beginnen, damit sich die Füllung der Darmgefässe, welche nach Unterbindung der Pfortader einzutreten pflegt, nicht ausbilden konnte.

Die Erfolge der Versuche an drei Thieren waren:

Ordnungs-Nummer der Reizung	Dauer der Reizung	Arteriendruck vor der Reizung	Höchster Druck durch Reizung	Lichtung der vena portarum
I.				
1.	10 Sec.	47 M. M. Hg.	77 M. M. Hg.	offen
2.	20 -	44 - -	51 - -	geschlossen
3.	15 -	46 - -	69 - -	offen
4.	15 -	41 - -	48 - -	geschlossen
5.	15 -	46 - -	76 - -	offen
II.				
1.	10 Sec.	33 M. M. Hg.	116 M. M. Hg.	offen
2.	10 -	38 - -	50 - -	geschlossen
3.	10 -	37 - -	69 - -	offen
III.				
1.	5 Sec.	27 M. M. Hg.	70 M. M. Hg.	offen
2.	15 -	29 - -	39 - -	geschlossen
3.	10 -	26 - -	66 - -	offen

Nimmt man die Mittel aus den Erhöhungen des arteriellen Druckes bei offener Pfortader, so sind sie für den I. Versuch = 24 M. M. Hg.; für den II. Versuch = 57 M. M. Hg.; für den III. Versuch = 42 M. M. Hg. — Die Mittel der arteriellen Druckerhöhung bei geschlossener v. portarum sind dagegen für I. = 7 M. M. Hg.; für II. = 12 M. M. Hg. und für III. = 10 M. M. Hg. Hieraus ergiebt sich als Generalmittel der arteriellen Druckerhöhung bei offener v. portarum = 42. 5 M. M. Hg. und das desselben Werthes bei geschlossener v. portarum = 9. 7 M. M. Hg. Also ist die durch die Reizung der beiden n. splanchnici bewirkte Erhöhung des arteriellen Druckes 4. 4mal höher bei offener als bei geschlossener v. portarum.

Aus den Reizungsversuchen bei offener und geschlossener v. portarum ergiebt sich nun allerdings, dass das in den Darmgefässen vorhandene und nachträglich in die Hohlvene ergossene Blut der arteriellen Druckerhöhung sehr wesentlich zu Gute kommt. Ob aber der Zufluss an Blut das allein Wirksame ist,

oder ob nicht auch durch die Verschliessung der Darm-Arterien an und für sich eine Erhöhung des arteriellen Druckes erzeugt werden könne, bleibt nach den mitgetheilten Versuchen ungewiss, weil sich das Gebiet des n. splanchnicus über den Darmkanal hinaus erstreckt, sodass nach Unterbindung der Pfortader auch noch aus anderen Theilen Blut in die Hohlvenen übergetrieben wird.

3. Ein anderer Weg, um zu ermitteln, welche Bedeutung der Blutmenge für die Erhöhung des arteriellen Druckes zukommt, die aus dem Darm in die Hohlvene ergossen wird, eröffnet sich durch die Möglichkeit, die Arterien und Venen der Verdauungswerkzeuge in verschiedenen Zeitfolgen zu unterbinden. Da sich mit ähnlichen Beobachtungen schon *Slavjanski* beschäftigt hat, so kann ich unter Hinweisung auf seine Beschreibung des hier verwendbaren Verfahrens mich auf die Angabe beschränken, dass die art. mesenterica inf. von vorneherein fest unterbunden wurde, und die art. mesenterica sup. die art. coeliaca und die v. portarum auf je eine durch ein Ligaturstäbchen gezogene Schlinge gelegt wurden.

Mit diesen Mitteln konnte man vom natürlichen Zustande aus zur Unterbindung aller Mündungen vorgehen und nach Verschliessung aller auch wieder rückwärts zur Herstellung der Lichtungen gelangen. Dass die Reihenfolge, in welcher man zu dem gleichen Zustande der Ein- und Ausflussmündungen kam, für den Stand des arteriellen Druckes nicht gleichgiltig sein dürfte, leuchtet ein; denn je nachdem der Verschluss der Arterien demjenigen der Vene vorausging oder folgte, musste die in den Darmgefässen eingeschlossene Blutmenge wesentlich verschieden sein. — Der Durchmesser der Strombahnen, welche sich zwischen den willkürlich veränderten Mündungen erstrecken, sind, wie man weiss, nicht jederzeit allein abhängig von der Weite der Zu- und Abflussröhren, denn sie sind irritablen Störungen ausgesetzt.

Da nun aber die vorliegende Aufgabe nur unter Voraussetzung unveränderlicher Elasticitäten der Gefässwand zu lösen war, so musste man die gewonnenen Resultate von den Zufälligkeiten unabhängig zu machen suchen, welche durch den veränderlichen Tonus in sie eingeführt wurden. Hierzu bietet sich keine andere Hilfe als die Verwerfung der Beobachtungen, welche die Kennzeichen einer durch Nervenreizung bedingten

Störung darum unverkennbar an sich tragen, weil ohne irgend welche Veranlassung eine mehr oder weniger rasch vorübergehende Schwankung des arteriellen Druckes eintritt. Neben diesem negativen aber hielt ich es für ein positives Zeichen der Brauchbarkeit des Resultates, wenn der arterielle Druck bei offenen Lichtungen aller Mündungen am Beginne des Versuchs gleich dem am Ende aller Beobachtungen war.

Bei diesen Versuchen, deren Resultat ich jetzt vorlege, wurden, wie ich noch einmal wiederhole, die n. splanchnici weder gelähmt noch gereizt.

I:

Arterie offen Vene offen . . . . 86 M. M. Hg.
Arterie geschlossen Vene offen nach 90 Sec. auf . . . 100 - -
Arterie offen Vene offen nach 210 Sec. auf . . . . 92 - -
Arterie offen Vene geschlossen nach 160 Sec. auf . . 42 - -
Arterie geschlossen Vene geschlossen nach 30 Sec. auf 57 - -
Arterie geschlossen Vene offen nach 110 Sec. auf . . 81 - -
Arterie geschlossen Vene offen nach 90 Sec. auf . . 104 - -
Arterie geschlossen Vene geschlossen nach 190 Sec. auf 99 - -
Arterie geschlossen Vene offen nach 120 Sec. auf . . 104 - -
Arterien offen Vene offen nach 50 Sec. auf . . . . 44 - -
Arterien offen Vene geschlossen nach 520 Sec. auf . . 34 - -
Arterien geschlossen Venen geschlossen nach 110 Sec. auf 62 - -
Arterien geschlossen Vene offen, wiederholter Druck des Bauchs auf . . . . 76 - -
Arterien offen Vene offen nach 50 Sec. auf . . . . 40 - -

II.

Arterien offen Vene offen . . . . 61 - -
Arterien geschlossen Vene offen nach 90 Sec. auf . . 120 - -
Arterien offen Vene offen nach 30 Sec. auf . . . . 78 - -
Arterien offen Vene geschlossen nach 130 Sec. auf . . 36 - -
Arterien geschlossen Vene geschlossen nach 160 Sec. auf 88 - -
Arterien geschlossen Vene offen, wiederholte Pressung der Bauchdecken nach 190 Sec. auf . . . . . 88 - -
Arterien offen Vene offen . . . . 61 - -

III.

Arterie offen Vene offen . . . . 48 - -
Arterien geschlossen Vene offen nach 80 Sec. auf . . 75 - -
Arterie offen Vene offen . . . . 48 - -
Arterie offen Vene geschlossen nach 100 Sec. auf . . 26 - -
Arterie geschlossen Vene geschlossen nach 30 Sec. auf 27 - -
Arterie geschlossen Vene offen, wiederholte Pressung des Bauchs nach 240 Sec. auf . . . . 70 - -
Arterie geschlossen Vene geschlossen nach 170 Sec. auf 74 - -
Arterie offen Vene geschlossen nach 240 Sec. auf . . 24 - -
Arterie offen Vene offen nach 120 Sec. auf . . . . 46 - -

Bei der Zergliederung der voranstehenden Thatsachen werde ich sogleich auf den Grad von Uebereinstimmung Rücksicht nehmen, in welchem sie sich mit den Forderungen unserer Hypothese befinden.

Wenn bei offener v. portarum die Darm-Arterien geschlossen werden, so muss ein Theil der Blutmenge, welche der Darm bei ungestörter Strömung enthält, in diesem zurückbleiben und es darf darum der arterielle Druck nicht so hoch steigen, wie dieses während der Reizung der n. splanchnici der Fall ist. Mit dieser Annahme stimmt das Ergebniss der Beobachtung, vorausgesetzt, dass man nicht den Werth des arteriellen Druckes ins Auge fasst, welcher unmittelbar nach Vollendung der Arterien-Unterbindungen erscheint, sondern den, welcher erst nach Verfluss einer Minute zu sehen ist. *Slavjanski* bemerkte, dass der arterielle Druck, welcher unmittelbar nach der Unterbindung eintrat, allmälig wieder abfiel und sich dann auf einem niedern Werthe constant erhielt. Diese Erscheinung, welche mir ebenfalls begegnete, dürfte entweder darauf zu beziehen sein, dass mit der durch den Arterien-Verschluss eingeleiteten Blutleere eine Reizung der Darmgefässe eintritt, welche gleich einer Erregung des n. splanchnicus wirken würde; oder aber es könnte die grössere Mächtigkeit der anfänglichen Druckerhöhung von einer Reizung aller ausserhalb des Darms gelegenen Gefässe bedingt werden, die durch den Anstoss des reichlicher hinzutretenden Blutes hervorgerufen würde. Ob man der einen oder andern Erklärungsweise zustimmen will, so bleibt es doch immer höchst wahrscheinlich, dass der unmittelbar auf die Unterbindung folgende höhere Stand der Aortenspannung mit einem Reizungs-Vorgange in Verbindung steht, weil es sonst unerklärlich sein würde, dass er sich nur auf so kurze Zeit zu erhalten vermöchte. Wenn wir nach dieser Bemerkung die uns hier interessirenden Zahlen wiederholen, so sehen wir, dass im ersten und dritten Versuche der Druck durch die Arterien-Unterbindungen nur um 14 beziehungsweise um 24 M. M. Hg. gestiegen war, eine Erhöhung, welche im Vergleich zu der, welche die Splanchnicus-Reizung zu erzeugen pflegt, gering genannt werden darf. Im zweiten Versuche hat die Unterbindung den Druck allerdings höher um 59 M. M. Hg. emporgetrieben, aber es ist in diesem Falle der Verdacht einer nervösen Störung darum nicht abzuweisen, weil nach der Wiederherstellung der Ar-

terien-Lichtung der Druck sich nicht unbeträchtlich über dem Stande erhält, den er vor der Unterbindung eingenommen hatte.

Die befriedigende Uebereinstimmung dieses Theils der Unterbindungsversuche mit der vorgetragenen Hypothese darf uns jedoch nicht veranlassen, eine andere auffallende Thatsache zu übersehen, welche uns mit einer neuen Verwickelung bekannt macht. Die Unterbindung und Wiedereröffnung der beiden Arterien mit Hilfe des Ligaturstäbchens geschieht natürlich nicht gleichzeitig. Hierdurch gewinnt man Gelegenheit, die Druckänderungen zu beobachten, welche sich durch die Unterbindung beziehungsweise Eröffnung der ersten Arterie einfinden, und diejenigen, welche nach dem Hinzutritt des Verschlusses der zweiten Arterie geschehen. Uebereinstimmend mit *Slavjanski* machte ich die Beobachtung, dass der Aortendruck durch die Unterbindung nur einer Arterie weniger anwuchs, als durch den nun folgenden Verschluss der zweiten. Diesem aus hydraulischen Gründen erklärlichen Verhalten gemäss hätte man erwarten sollen, dass nach Eröffnung des ersten der bisher geschlossenen Gefässe auch wiederum der bedeutendere Abfall des Druckes folgen würde. Dies geschah jedoch nicht, im Gegentheil der grössere Antheil des Ueberdruckes verschwand erst nach Eröffnung der zweiten Arterie.

Da dieses Verhalten aus den oben gegebenen Zahlen nicht ersichtlich ist, so führe ich aus meinen Aufzeichnungen noch die Belege dafür an:

I.		
Beide Arterien offen	86	M. M. Hg.
10 Secunden nach Verschluss der ersten Arterie	86	- -
Unmittelbar nach Verschluss der zweiten Arterie	94	- -
80 Secunden später	100	- -
20 Sec. nach Oeffnung der ersten Arterie	100	- -
30 Sec. nach Oeffnung der zweiten Arterie	87	- -
II.		
Beide Arterien offen	61	- -
Erste Arterie geschlossen	84	- -
Zweite Arterie geschlossen	95	- -
90 Sec. später	120	- -
Erste Arterie geöffnet	114	- -
Zweite Arterie geöffnet	78	- -
III.		
Beide Arterien offen	48	- -
Erste Arterie geschlossen	60	- -



Zweite Arterie geschlossen	75 M. M. Hg.	
Erste Arterie geöffnet	68 -	-
Zweite Arterie geöffnet	48 -	-

Gesetzt, es kehre das durch die Zahlen belegte Verhalten auch nicht in allen Beobachtungen wieder, so würden die Fälle, welche es darbieten, schon zu dem Beweise genügen, dass dieselbe willkürliche Aenderung, die an den Zuflüssen zum Gefässgebiet des Darmes angebracht ist, nicht von der entsprechenden Strömung innerhalb des letzteren begleitet sei.

Bis dahin ist über den Erfolg berichtet, welchen die Verschliessung der Arterien bei offen stehender Mündung der Vene unter der Bedingung nach sich zog, dass die letztere überhaupt noch nicht unterbunden gewesen. Aehnlich, doch nicht durchweg gleich, gestaltet sich die Reihe der Erscheinungen, wenn man, nachdem schon vorher die Ein- und Ausmündungen in die Gefässröhren des Darmes hindurch zugeschlossen gewesen, die Pfortader öffnet, die Arterien dagegen verschlossen lässt. Während der Verstopfung der Vene und der Arterien pflegt in der Regel der arterielle Druck unter seinen Normalwerth herabzugehen; nach Eröffnung der Vene müsste derselbe, den hydraulischen Bedingungen entsprechend, über den Normalwerth steigen. Dieses geschieht auch, wie die Zahlen auf pag. 238 lehren, aber es stellt sich während des Versuches heraus, dass dieser höhere Stand der Quecksilbersäule nicht allein äusserst langsam, sondern in der Regel sogar nur dann erreicht wird, wenn man mehrere Male hinter einander den Unterleib sanft drückt, wodurch man sein venöses Blut in die Brusthöhle übertreibt. Bei Anwendung dieses Handgriffs ereignete sich zwar jedesmal, dass während seiner Wirkungsdauer der Druck in der Aorta emporgeht, öfter aber kommt es vor, dass kurze Zeit nach Entfernung der pressenden Hand die arterielle Spannung wieder absinkt und dass erst nach mehrmaligem Wiederholen die Auspressung des Unterleibes von einem dauernden Erfolge begleitet ist. Hält man sich mit mir davon überzeugt, dass der obengenannte Handgriff den Druck in den Arterien darum erhöht, weil das in den Gefässen des Darmes eingefangene Blut in die Hohlvene übergetrieben wird, so würde aus den beschriebenen Erscheinungen zu folgern sein, dass die Elasticität der Darmgefässe durch den längeren Stillstand des Blutstromes gelitten

habe und dass desshalb die Gefässwand nicht vermögend sei, den Inhalt auszutreiben. —

Wenn man zu der Zeit des Versuches, in welcher Arterien und Venen geschlossen sind, den Stand des arteriellen Druckes betrachtet, so findet man in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen *Slavjanski's*, dass es einen wesentlichen Unterschied macht, ob zuerst der Zufluss- oder der Ausflussweg der Darmgefässe unterbunden wurde.

Nach der vorangestellten, auf ihre Giltigkeit zu prüfenden Hypothese muss in dem Falle, in welchem zuerst die Arterien- und nachträglich die Venelichtung zugebunden wird, der durch die erste Operation emporgetriebene Druck auch nach dem Verschlusse der Vene auf seiner Höhe verharren. Hiermit stimmen die Zahlen in Versuch I und III; denn es erhielt sich in Versuch I der Druck, welcher durch den Verschluss der Arterien auf 140 M. M. Hg. gestiegen war, nach der darauf folgenden Verstopfung der Vene mehrere Minuten hindurch auf 101 bis 99 M. M. Hg. Und in Versuch III erhielt sich der Druck, welcher nach Verschliessung der Arterien auf 70 M. M. Hg. gestiegen war, nach Umschnürung der Vene mehrere Minuten hindurch auf 74 M. M. Hg.

Wenn dagegen nach einer länger dauernden Verschliessung der v. portarum die Umschnürung der Arterien folgte, so war im Sinne unserer Annahme nun die Forderung zu stellen, dass der arterielle Druck nach der letztern Operation zwar ansteige, aber nicht auf die Höhe gelange, welche er bei der vorhergehenden Reihenfolge der Unterbindungen erreicht hatte. Der Druck musste steigen, weil sich das Gleichgewicht zwischen dem Zu- und Abfluss erst bei einer höheren Spannung in der Aorta herstellen konnte, da sich ihr Inhalt von nun an in einen weniger nachgiebigen Gefässabschnitt zu entleeren hatte; aber es durfte der arterielle Druck nicht so hoch wie bei offener v. portarum wachsen, weil dem Strome die von den Darmgefässen zurückgehaltene Blutmenge entzogen war. Der Richtung nach stimmt in der That auch hier das gewonnene Ergebniss mit der zu prüfenden Anschauung.

	Art. offen, Vene geschl.	Art. u. Vene geschl.	Art. geschl., Vene offen
Ia.	42 M. M. Hg.	57 M. M. Hg.	81 M. M. Hg.
Ib.	34 - -	62 - -	76 - -
II.	36 - -	88 - -	120 - -
III.	26 - -	27 - -	70 - -

Nachdem sich in allen Versuchen die aus den oben mitgetheilten Hypothesen abgeleiteten Folgerungen als zutreffend mit den Erscheinungen erwiesen hatten, welche bei Reizung des n. splanchnicus und bei Unterbindung der Darmgefässe beobachtet werden, konnte es auch nicht mehr als hoffnungslos gelten, mit jenen Anschauungen den noch in Dunkelheit ruhenden Vorgang zu beleuchten, welcher sich nach der Unterbindung der v. portarum einzustellen pflegt.

Am Schlusse seiner diesen Gegenstand betreffenden Untersuchung war *Tappeiner*[1]) zu dem Resultate gelangt, dass die tödtliche Herabsetzung des arteriellen Druckes, welche die Unterbindung der Pfortader bewirkt, keineswegs aus der Grösse der Blutmenge abzuleiten sei, welche sich während der Dauer der Unterbindung in den Darmgefässen angehäuft hat. Zu diesem Schlusse war er durch Vergleichung der nach dem Tode in den Darmgefässen aufgestauten Blutmenge mit derjenigen gekommen, die einem Thiere entzogen werden musste, wenn der Aderlass tödtlich werden sollte. Gegen sein Verfahren liess sich jedoch einwenden, dass er die zum Vergleich herbeigezogenen Blutentleerungen in einer weit kürzeren Zeit bewirkt habe, als der Abfluss des Blutes nach Unterbindung der Pfortader in die Darmgefässe hinein geschieht. Dieser Unterschied ist nicht bedeutungslos, weil, wie wir wissen, bei plötzlichen Entleerungen des Gefässsystems starke Erregungen der Vasomotoren einzutreten pflegen. Wenn man nun den Aderlass der Art einrichtete, dass die über die Zeit aufgetragene Curve des Druckes ähnlich abfiel, wie die entsprechende nach Unterbindung der v. portarum, so konnte vielleicht die Reizung der Gefässnerven ausbleiben. Geschähe aber dieses, so würde es möglicher Weise dahin kommen, dass das Thier schon nach einem geringeren Blutverlust, als bei dem von *Tappeiner* geübten Verfahren, unter allmäligem Absinken des Druckes absterben würde.

Solcher Versuche, in denen der Blutverlust sehr langsam fortschritt, habe ich an acht Kaninchen angestellt. Trotz mehrfacher Eigenthümlichkeiten liess sich nicht verkennen, dass diese Art zu verbluten zu charakteristischen Ergebnissen führt. Dreimal genügte eine Entleerung von auffallend geringer Grösse, nemlich von 2. 5, 2. 8, 3. 2 p. Ct. des Körpergewichts, um den

1) Diese Berichte Jahrgang 1872.

Druck unter die zur Erhaltung des Lebens nöthige Höhe herabzumindern.

Die fünf andern Thiere wurden auf den das Absterben bedingenden Druck dagegen erst durch Blutverluste von 3.8, 3.8, 4.0, 4. 3, 4. 6, gebracht, Zahlen, die nicht allzuweit von denjenigen abweichen, welche man bei tödtlichem Aderlass unter rascher Blutentleerung gefunden hat. — Bei dem langsamen Aderlass verhielt sich auch die Curve des Druckes insofern eigenthümlich, als sie fast stetig absank und keine Neigung zeigte, von dem niedern Stande aus wieder emporzugehen, wenn die Blutung unterbrochen wurde. Obwohl diese Thatsachen zeigen, dass bei der langsameren Blutentleerung die Reizungen der Gefässnerven weit geringer als bei raschem Blutverlust werden, so bestätigen sie doch keineswegs die Annahme, dass die Blutmengen, welche nach dem Tode durch Pfortader-Unterbindung in den Darmgefässen gefunden worden, zu der Herabminderung des arteriellen Druckes auf die Todesgrenze ausreichen. Denn es betrug, wie ich übereinstimmend mit *F. Hofmann* und *Tappeiner* gefunden habe, die im Darm angesammelte Blutmenge in zwei von mir beobachteten Fällen, 1. 5 und 1. 7 p. Ct. des Körpergewichtes. Der Grund, weshalb die Unterbindung der Pfortader den Blutdruck unter die zum Leben nothwendige Höhe herabsetzt, bleibt also nach wie vor dunkel.

Hunde.

Wegen ihrer bedeutenderen Grösse gewähren diese Thiere der Beobachtung ein weiteres Feld als die Kaninchen. Die Ausbeutung desselben ist aber auch hier um so nothwendiger, weil sich die Erscheinungen weitaus nicht so durchsichtig wie beim Kaninchen gestalten.

1. Auch diesmal werde ich zuerst von dem arteriellen Drucke handeln, welchen die Reizung beider n. splanchnici hervorruft, je nachdem die v. portarum wegsam oder verschlossen ist. Das Verfahren, durch welches die n. splanchnici blossgelegt und mit Electroden versehen worden, ist übereinstimmend mit dem beim Kaninchen angewendeten. Ebenso lässt sich die v. portarum beim Hunde auf eine Fadenschlinge legen, ohne dass eine Entblössung der Gedärme nothwendig ist; wegen der grösseren Festigkeit der Gefässwand kann man sogar die Vene weit vollständiger isoliren und umbinden. Der Beweis dafür, dass die

Lebêr nach dem Anziehen der Fadenschlinge auf dem Ligaturstäbchen von den Wurzeln der Pfortader vollkommen abgeschnürt war, wurde auch hier jedesmal durch die nach dem Tode ausgeführte Injection erbracht. Ausser der Pfortader habe ich in einer Beobachtung auch noch beiderseits Arterien und Venen der Nieren unterbunden und in einem andern den ductus thoracicus sinister aufgesucht und mit einer Canüle versehen. — Die Versuche, in welchen das Ansteigen des Druckes während offener mit dem während geschlossener Pfortader verglichen werden sollte, wurden entweder so angestellt, dass man von vorn herein die Vene schloss und die n. splanchnici reizte, darauf die Schlinge löste und einige Minuten später, nachdem sich also der ursprüngliche Druck wieder hergestellt hatte, bei offener Vene die Reizung wiederholte, oder derart, dass man mit der beginnenden Reizung gleichzeitig die Vene zuschnürte und nach Verlauf von 10 bis 20 Secunden die Unterbindung löste, indess die Nerven noch fortwährend tetanisirt wurden. Die Reihenfolge, in welcher der wegsame und der geschlossene Zustand während der fortdauernden Reizung der Nerven eingeschaltet wurde, wurde auch in umgekehrter Ordnung gewählt.

I. Reihe.

Die n. splanchnici werden gereizt, während die vena portarum entweder offen oder geschlossen ist. Zwischen je einer Reizung bei offener oder geschlossener Vene liegt eine Pause von einigen Minuten.

1. Versuch. Vena portarum umschlungen.

Nr. der Reizung	Dauer der Reizung	Arteriendruck vor der Reizung	Höchster Druck durch Reizung	Lichtung d. vena portarum
1	5 Secunden	76 M. M. Hg.	140 M. M. Hg.	offen
2	- -	38 - -	86 - -	verschlossen
3	- -	50 - -	118 - -	offen
4	- -	41 - -	67 - -	verschlossen
5	- -	34 - -	110 - -	offen

Das mittlere Maximum des arteriellen Druckes bei wegsamer v. portarum beträgt 124 M. M. Hg., bei verschlossener Vene dagegen 76 M. M. — Die mittlere Aenderung des arteriellen Druckes bei wegsamer Vene = 69 M. M. Hg., bei verschlossener = 37 M. M. Hg.

2. Versuch. Vena portarum umschlungen. Beiderseits die Nierengefässe unterbunden.

Nr. der Reizung	Dauer der Reizung	Arteriendruck vor der Reizung	Höchster Druck durch Reizung	Lichtung der vena portarum
1	10 Secunden	66 M. M. Hg.	110 M. M. Hg.	offen
2	- -	56 - -	72 - -	verschlossen
3	- -	69 - -	86 - -	verschlossen
4	- -	42 - -	85 - -	offen

Das mittlere Maximum des arteriellen Druckes bei wegsamer vena portarum = 95, 5 M. M., dasselbe bei geschlossener vena portarum = 79, die mittlere Aenderung des arteriellen Druckes bei offener Vene = 43, 5 M. M., bei geschlossener 16, 5 M. M. Hg.

3. Versuch. V. portarum umschlungen. Ductus thoracicus sinister geöffnet, nur mit einer Canüle versehen.

Nr. der Reizung	Dauer der Reizung	Arteriendruck vor der Reizung	Höchster Druck durch Reizung	Lichtung der vena portarum
1	15 Secunden	38 M. M. Hg.	100 M. M. Hg.	offen
2	- -	31 - -	56 - -	verschlossen
3	- -	33 - -	71 - -	offen
4	10 -	29 - -	72 - -	verschlossen
5	- -	35 - -	93 - -	offen
6	- -	46 - -	94 - -	verschlossen
7	- -	38 - -	63 - -	offen
8	- -	27 - -	70 - -	verschlossen

Von 4 an wurde der tetanisirende Strom verstärkt. — Aus der Canüle des ductus thoracicus floss die Lymphe in sehr schwachem Strome, der durch die Venenunterbindung nicht beschleunigt, durch die Reizung des Nerven aber bis zur vollkommenen Stockung verlangsamt wurde.

In den drei ersten Reizungen war das Maximum des arteriellen Druckes bei wegsamer v. portarum = 85, 5 M. M. Hg., bei geschlossener Vene 56 M. M. In den letzten 5 Reizungen war das Maximum des arteriellen Druckes bei wegsamer v. portarum = 78 M. M. Hg., bei verschlossener vena portarum = 78, 6. Die mittlere Erhebung des arteriellen Druckes betrug in den ersten drei Reizungen bei offener vena portarum = 50 M. M. Hg., bei geschlossener 25 M. M. Hg.

II. Reihe.

In den folgenden Versuchen wurde während dauernder Reizung des n. splanchnicus die vena portarum wechselnd geöffnet und geschlossen. Die Zahlen bedeuten den Mitteldruck während 10 Secunden, sie stehen in der Folge hintereinander, in welcher sie gewonnen wurden.

1. Versuch:

a. Vor der Reizung arterieller Druck = 32 M. M. Hg.
Während der Reizung von 50 Sec. Dauer — Vene offen 74—100 — Vene geschlossen 106. 118. — Vene offen 116.

b. Vor der Reizung arterieller Druck = 18 M. M. Hg.
Während der Reizung von 60 Sec. Dauer — Vene geschlossen 42. 39 — Vene offen 41. 62*. 66*. 62*.

c. Vor der Reizung arterieller Druck = 37 M. M. Hg.
Während der Reizung von 60 Sec. Dauer — Vene geschlossen 46 — Vene offen 60. 82. 100 — Vene geschlossen 110. 109.

d. Vor der Reizung arterieller Druck = 52 M. M. Hg.
Während der Reizung von 30 Sec. Dauer — Vene offen 68. 68. 82. 77. 74.

2. Versuch:

a. Vor der Reizung arterieller Druck 25 M. M. Hg.
Während der Reizung von 80 Sec. Dauer — Vene geschlossen 57. 75. 78 — Vene offen 81. 87. 96*. 90*. 93*.

b. Vor der Reizung arterieller Druck 25 M. M. Hg.
Während der Reizung von 40 Sec. Dauer — Vene geschlossen 53. 66. 63. 64.

c. Vor der Reizung arterieller Druck 41 M. M. Hg.
Während der Reizung von 80 Sec. Dauer — Vene offen 87. 90. — Vene geschlossen 88. 87. 85. 81. 78. 72.

In der Zeit, in welcher die mit einem * versehenen Druckwerthe vorhanden waren, fand eine Pressung des Unterleibs statt.

In qualitativer Beziehung führt eine Anzahl von Versuchen der ersten Reihe zu demselben Resultate, wie die entsprechenden am Kaninchen. Denn wenn wir die Ergebnisse der drei Beobachtungen der ersten Reihe in der Gestalt von Mittelzahlen zusammenfassen, so finden wir, dass die Reizung der Nerven bei wegsamer Pfortader den arteriellen Druck im Maximum auf 102 M. M. Hg. emportrieb, indess er ihn bei geschlossener Vene nur auf 70 M. M. Hg. brachte. Aus einer genaueren Vergleichung der diesen Mittelwerthen zu Grunde liegenden Zahlen stellt sich jedoch sogleich heraus, dass das Uebergewicht, welches die Erfolge der Reizung bei offener Pfortader über das bei geschlossener gewinnen, nur dann hervortritt, wenn im ersteren Falle der arterielle Druck über 100 M. M. Hg. gestiegen war. Wo die Quecksilbersäule durch die Reizung bei offener Pfortader unter 100 M. M. Hg. geblieben ist, da zeigt es sich in den vorstehenden Zahlen öfter, dass auch in dem Parallelversuch bei geschlossener Vene der arterielle Druck eben so hoch emporgehoben ist. Wenn nun während einer Reizung bei offener Pfortader der ar-

terielle Druck hinter dem bei anderen Erregungen des Nerven erreichten Maximum zurückbleibt, so kann dieses nur daher rühren, dass wegen des unvollkommneren Verschlusses der Darmarterien eines Theils das Blut aus der Aorta in jene noch entweichen kann, andern Theils aber auch nur eine geringere Menge von Blut, welches vor der Reizung die Darmgefässe füllte, verfügbar, beziehungsweise in die Hohlvene übergeführt wird. Nach der Anschauung, welche hier der Prüfung unterworfen wird, müssen aber beide Werthe, die Verengung der Zuflussmündung und die Verminderung der Räumlichkeit der Darmgefässe gleichmässig wachsen, so dass die Erhöhung des arteriellen Druckes bei offener Pfortader durch die Summirung der beiden Elemente zu Stande kommt. Darum müsste man, soweit ich sehe, erwarten, dass, gleiche Stärke der Erregungen vorausgesetzt, bei geschlossener Pfortader jedesmal ein geringerer Aortendruck zu Stande käme, als bei offener Vene. Somit müsste man, wollte man bei der vorgetragenen Anschauung verharren, die Ursache der Gleichheit des Druckes auf zufällige Ungleichheiten der Erregung schieben, was sich weder beweisen noch widerlegen lässt.

Gehen wir zur Betrachtung der zweiten Reihe über, in welcher während eines Bruchtheils von der Dauer der Nervenreizung die Vene geschlossen und während eines andern Bruchtheils jener Zeit geöffnet war, so treten uns auch hier Thatsachen entgegen, die nur dann mit der zu prüfenden Hypothese stimmen, wenn man sie noch mit mancherlei Zusätzen versieht. War die Reizung bei geschlossener Vene begonnen und durch 10 bis 20 Secunden hindurch fortgesetzt worden und wurde nun die Vene während der noch fortdauernden Tetanisirung der Nerven plötzlich geöffnet, so hätte man von dem letzteren Zeitpunkte an ein rasches Steigen des arteriellen Druckes erwarten müssen. Diese Erscheinung tritt aber keineswegs immer ein und sie kommt, wo sie anfangs fehlte, nur dann zum Vorschein, wenn vorgängig mit den Händen die Eingeweide zusammengepresst wurden. Wenn dagegen die Tetanisirung der Nerven bei offener Pfortader begonnen war, und dann zwanzig bis dreissig Secunden nach dem Beginne der noch fortdauernden Reizung die Vene verschlossen wurde, so hätte man erwarten sollen, dass mit dem Anziehen der Schlinge das noch weitere Emporgehen des arteriellen Druckes beendigt sei. Dieses tritt

nun namentlich im ersten Versuch der zweiten Reihe gar nicht ein, denn es steigt auch der arterielle Druck nach dem Schluss der Vene noch fortwährend an. Um also der Hypothese auch in diesen Fällen eine erklärende Kraft zu verleihen, müsste man sie für den ersten Theil der besprochenen Erscheinungen dahin erweitern, dass die bei geschlossenem Stamme in den Wurzeln der Pfortader angehäufte Blutmenge wegen einer eingetretenen Elasticitätsänderung keine entsprechende Spannung zu erzeugen vermöchte. — Zu Gunsten der Erfahrung aber, dass das bei offener Pfortader eingeleitete Ansteigen des Druckes auch bei nachträglicher Verschliessung derselben noch fortdauert, müsste man annehmen, dass das Blut, welches aus den Darmgefässen ausgetrieben werden kann, schon vor dem Zuziehen der Venenligatur in die Hohlvene übergetreten sei, so dass gleichsam die Unterbindung der Vene zu spät gekommen wäre. — Um diesen, nicht gerade wahrscheinlichen, Voraussetzungen auszuweichen, könnte man endlich unterstellen, dass beim Hunde die Blutmenge, welche während der Nervenreizung aus dem Darme in die Hohlvene befördert wird, wenig oder gar nicht in Betracht käme gegen die Wirkungen der verengten Darm-Arterien. Hierbei könnte man sich auf eine Beobachtung von *Slavjanski* stützen, in welcher durch die Unterbindung der Darm-Arterien der Aortendruck viel bedeutender als beim Kaninchen emporgetrieben wurde, indem er sich beispielsweise von 55 auf 131 M. M. Hg. hob.

Mit dieser Umgestaltung der Hypothese wird allerdings den Forderungen genügt, die aus einem Theile der Druckbestimmungen bei offener und geschlossener v. portarum während der Erregung des n. splanchnicus erwachsen sind, dafür aber wird die Erklärung anderer, in welchen bei offener Vene der Druck in der That höher als bei geschlossener stieg, unmöglich gemacht. Zudem könnte mit der Einschränkung, dass das in die Hohlvene übergetriebene Darmblut für das Wachsthum des Aortendruckes ohne Gewicht sei, keine Rückkehr zu der ursprünglichen Annahme beabsichtigt sein, wonach die Wirkung der gereizten n. splanchnici allein auf dem Verschluss einer Anzahl von Abzugskanälen beruhen sollte. Denn es würden sonst auch in anderer Beziehung die Unterbindungen der Arterien und die Reizungen ihrer Vasomotoren zu übereinstimmenden Erfolgen führen müssen, was doch, wie wir sahen und wie wir im Verlaufe dieser

Abhandlung noch weiter bestätigen werden, keineswegs eintrifft.

Bevor ich zur Beschreibung weiterer Versuche übergehe, von denen die Aufklärung des hier gebliebenen Dunkels zu erwarten war, darf ich nicht unterlassen, noch zweier wichtigen Erfahrungen zu erwähnen, die in der eben geschilderten Versuchsreihe enthalten sind. Im zweiten Versuche der ersten Reihe pag. 246 waren vor Umschlingung der Pfortader beiderseits die Nieren-Gefässe unterbunden, so dass die Wirkung des gereizten n. splanchnicus auf diese Organe unwirksam gemacht war. Da nun trotzdem in jedem Versuche durch die Reizung des genannten Nerven bei geschlossener Pfortader ein Ansteigen des arteriellen Druckes um 16 M. M. Hg. stattfand, so konnte dieses keinenfalls den aus dem Gebiete des n. splanchnicus in die Hohladern übergeführten Blutmengen zugeschrieben werden.

Im dritten Versuche der ersten Reihe war in den ductus thoracicus sin. ein Röhrchen eingelegt, um den Abfluss der Lymphe während der Reizung der n. splanchnici zu beobachten. Unter den möglichen Wirkungen der gereizten n. splanchnici konnte ja auch ein Einfluss auf die Bewegung der Darmlymphe stehen. Wäre während der Reizung unserer Nerven die Lymphe in rascherem Strome dem Herzen zugeflossen, so wäre hierdurch ein neues, für den arteriellen Druck in Betracht kommendes Element gewonnen gewesen. Aus den Aufzeichnungen, die unter den Zahlen des genannten Versuches stehen, geht jedoch hervor, dass es nicht der Fall ist.

2. Da die während offener und verschlossener Pfortader angestellten Reizungsversuche eine Antwort ertheilt hatten, welche ohne weitere Aufklärung mehrdeutig bleiben musste, so griff ich, um Klarheit zu erlangen, zunächst zu dem einfachsten der noch möglichen Auskunftsmittel: zur Bestimmung der mit den verschiedenen Erregungszuständen der Nerven veränderlichen Füllung der v. portarum. Als ein unverfängliches Maass für dieselbe diente der durch das Manometer angegebene Druck ihres Inhaltes. Um das Quecksilber des Instrumentes der Einwirkung des Pfortaderblutes auszusetzen, führte ich durch die Milzvene hindurch ein Metallrohr in die vena portarum und verband dieses an der über die Bauchdecken hervorragenden Mündung mit dem registrirenden Manometer. Die Wahl der Milzvene, als Zugang zum Pfortaderstamm, rechtfertigt sich dadurch,

dass man dieses Gefäss leicht entblössen kann, ohne die Gedärme frei zu legen. Unmittelbar unter der letzten Rippe parallel mit der Wirbelsäule wurden unter Vermeidung jeglicher Blutung die Bauchmuskeln linkerseits soweit durchgeschnitten, dass man durch die Oeffnung mit zwei Fingern zur Milz gelangen konnte; war sie gefasst und aus der Wunde hervorgezogen, so wurden alle Arterien, die sich zu ihr begaben, unterbunden und durch die grösste ihrer Venen ein Metallrohr eingeschoben, das bis in den Stamm der Pfortader reichte, so dass das Lumen des Verbindungsstückes zwischen der letztern und dem Manometer vor der Gefahr beschützt blieb von den anliegenden Eingeweiden zusammengedrückt zu werden. Aus dem Lumen dieses Metallrohres musste aber das Blut so lange abgehalten werden, bis man nach Vollendung aller andern Vorbereitungen das Manometer mit dem Pfortaderinhalt in Verbindung setzen wollte. Derenthalben war ihm die Form eines asymmetrischen T gegeben worden; von den drei Stücken des Rohrs war der in dieser Nachbildung senkrecht gegen den längeren emporstrebende Schenkel dazu bestimmt, an das Manometer gesetzt zu werden; der längere Abschnitt des horizontalen Armes kam, wie beschrieben, in die Milzvene, der kürzere Abschnitt des horizontalen Armes ragte aus der Wunde hervor; an seinem Ende war er mit einem Kautschukrohr versehen. Durch die Lichtung dieses in der Richtung der Milzvene liegenden Schenkels war ein Stab gesteckt, der jene genau ausfüllte und noch über das freie aus der Bauchwunde hervorstehende Ende hinausragte. Solange also der Stab das Rohr bis an sein in der Pfortader steckendes Ende ausfüllte, war dem Blute der Zutritt unmöglich; es konnte erst dann von der Vene aus in den Manometer dringen, wenn der Stab bis über die Mündung des kurzen senkrecht stehenden Schenkels hinausgezogen war. Das Kautschukröhrchen am freien Ende des kürzern horizontalen Armes that bei den Verschiebungen als wasserdichter Verschluss seine Schuldigkeit. Vor dem Einführen der Röhre war alle Luft durch eine Lösung von kohlensaurem Natron aus den Röhrenstücken verdrängt worden. — War die Röhre eingelegt, die Wunde vernäht und alle andern Vorbereitungen einschliesslich der Verbindung des kurzen Schenkels mit dem Manometer beendigt, so wurde der Stab aus dem langen Schenkel bis über die Mündung hervorgezogen und es begann die Notirung des Venendruckes.

Das Gelingen dieses einfachen Versuches konnte jetzt nur noch scheitern an einer Gerinnung des Blutes, zunächst einer solchen, welche während des Verlaufes der Druckmessung selbst eintrat; die Anwesenheit derselben war jedoch leicht zu prüfen, entweder indem man durch die Bauchdecken auf die Pfortader presste, ein Handgriff, der mit einer Schwankung des Quecksilbers im Manometer beantwortet werden musste, wenn der Inhalt der Metallröhre noch leicht flüssig war. Bei einer längeren Dauer des Versuches empfahl es sich auch, dann und wann den Metallstab vollständig aus der Röhre herauszuziehen und einige C. C. Blut ausfliessen zu lassen, damit ein Wechsel des Röhren-Inhaltes stattfand. Schwieriger als in der Röhre liess sich die Anwesenheit der Gerinnsel in der Pfortader selbst erkennen und noch weniger war es thunlich, ein entstandenes zu entfernen. Vor einer hierdurch bedingten Störung suchte ich mich durch möglichst rasche Ausführung der Versuche zu sichern.

Da schon vor der Anlegung der Röhre an die beiden n. splanchnici die Electroden und auf die a. carotis ein Manometer angesetzt waren, so konnten die Curven, eine der mit der Nervenreizung veränderlichen Füllungsgrade der Aorta und der Pfortader, untereinander geschrieben werden.

In der nachstehendenTabelle sind die Ergebnisse, welche an drei verschiedenen Thieren gefunden wurden, enthalten; die Bedeutung der Zahlen, welche in ihr vorkommen, ist leicht verständlich. In der obersten Reihe, welche für die übrigen Reihen aller Beobachtungen gilt, ist die von 10 zu 10 Secunden fortschreitende Zeit eingetragen. Jede der Zahlen, welche unter einer dieser Zeitangaben steht, bedeutet den Mittelwerth des Druckes, welcher zu dieser Zeit vorhanden war. Die Periode, in welche die Reizung der Nerven fiel, ist bei jeder Beobachtung in der Reihe, welche die veränderlichen Drücke der a. carotis angiebt, durch ein A (Anfang) und ein E (Ende) bezeichnet. Die Zeiten, in welchen eine Pressung auf die Pfortadergegend ausgeübt wurde, sind in der Reihe der veränderlichen Pfortaderdrücke durch einen —, diejenigen, in welchen aus der Röhre Blut abgelassen wurde, durch einen * und eine dahinter stehende fett gedruckte Zahl bezeichnet, welche die abgelassene Menge Blutes in C. C. angiebt.



Hund. Druck in der art. carotis verglichen mit dem in der vena portarum.

Secunden		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	10	20	30	40	50	60	70	200	10	20		
I. Reizung 1 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	34	A56	96	120	168	184E	178	164	146	128	116	102	72	67	56	48	48	47					
	v. port.	7	7	9	8.4	7	—	8.2	8.2	8.4	9	10.8	11	—	10.4	10.4	10.4	—	9					
Reizung 2 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	40	A56	96	114	148	168	164E	132	110	96	90	84	77	64	56	53	51	48					
	v. port.	9	9	9.4	9.4	9	9	9.5	9.4	10	11	11	11	11	10.5	10.2	10.2	10.2	10					
Reizung 3 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	44	A70	98	118	130	142	134E	130	100	96	86	76	68	60	55	52	48	47					
	v. port.	9	9	9	9.5	8	8	—	8	8.4	10	10	10.4	10	10	10	10	10	9					
II. Reizung 1 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	42	A56	92	144E	128	126	120	90	80	72	68	65	63	62									
	v. port.	10	12	13	15.2	14.4	14	14	17	17.4	17	17	16.8	16.4	16.4									
Reizung 2 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	60	A120	156	154E	120	106	88	81	76	70	64	64	64	64	51	51	53	52	51	48	49	47	
	v. port.	16.4	***5.4**	13	***3.1**	15	15.4	17.6	17.5	17.2	17.4	17.2	16	***11.1**	***5.5**	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13	12	12	
Reizung 3 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	47	A60	88	126	134	124E	106	77	62	56													
	v. port.	12	12.6	14	***11.1**	12	***3.5**	15	15.4	15.4	15.4													
III. Reizung 1 u. 2 Druck in M. M. Hg.	a. carotis	34	34	A41	74	84	106	118	112E	82	66	58	55	52	48	42	39	40A	70	94	130	140E	130	86.64
	v. port.	12	12	15	15	15	15	***5.4**	12	14	14.4	18.4	18	***3.1**	12	12.4	12	12	15	15	15	**11.1**	13	16.16

Die fetten Zahlen bedeuten C. C. M. Blut, welche nach Eröffnen der Manometermündung in 5 Secunden ausflossen.

An jedem der Thiere sind die n. splanchnici mehrmals gereizt worden und es ist in der Tabelle die während einer Reizung beobachtete Druckänderung in einer besonderen, mit der Reizungsnummer versehenen Linie enthalten. Aus dieser in Bruchstücke zerlegten Darstellung des Versuches darf man nicht schliessen, dass zwischen den verschiedenen zu einem Versuche gehörigen Reihen ein Zeitintervall gelegen sei; es schliessen sich im Gegentheil alle Zahlen eines Versuches unmittelbar an einander an.

Wer sich mit Hilfe der gegebenen Anleitung in den Zahlen umgesehen hat, dem wird es nicht entgehen, dass die Aenderungen, welche in dem Drucke der Pfortader während und nach einer Reizung auftreten, sich in allen Fällen sehr übereinstimmend verhalten.

Wenn nach dem Beginne der Reizung der arterielle Druck im Ansteigen begriffen ist, so nimmt anfangs auch der Druck in der Pfortader um ein geringes zu; sowie dagegen der arterielle Druck sein Maximum gewonnen hat, sinkt die Spannung der Pfortader herab und zwar unter den Werth, welchen sie vor der Reizung besass. Wenn endlich der arterielle Druck nach der Oeffnung des tetanisirenden Kreises allmälig wieder zu seiner ursprünglichen Höhe zurückgeht, so steigt der venöse Druck stetig an, und kommt noch im Bereiche der Zeit, während welcher der arterielle Druck höher als vor der Reizung steht, zu einem Maximum. Dieser zweite Gipfel des venösen Druckes ist stets höher als der erste, dem Beginne der Reizung unmittelbar nachfolgende. Von diesem zweiten Gipfel sinkt nun der venöse Druck abermals stetig ab, und erreicht etwa gleichzeitig mit dem arteriellen seinen ursprünglichen, vor der Reizung vorhandenen Stand.

Aus diesen Angaben geht hervor, dass die Füllung der Pfortader mit der beginnenden Reizung wächst, und mit der fortschreitenden wieder abnimmt. Dieses Ergebniss hatte man zu erwarten, denn es sollte sich das in den Arterien und Capillaren des Darms enthaltene Blut mit der beginnenden Contraction der Gefässmuskeln in die Pfortader entleeren; dann aber musste in dem Maasse, in welchem die Verschliessung der Darmarterien zunahm, sich der Füllungsgrad der Vene aus Mangel an nachdringendem Blute vermindern.

Unerwartet ist dagegen nach der Oeffnung des tetanisiren-

den Kreises das Anwachsen der Pfortader-Füllung über das ursprüngliche und sogar über das während des Reizungsanfanges erreichte Maass. Nach den bisher vorgetragenen Anschauungen wäre es wohl verständlich gewesen, wenn der Druck in der Pfortader eben so allmälig wieder aufgestiegen wäre, wie der in der a. aorta absank, so dass beide sich entgegen kommend etwa zu derselben Zeit auf ihrem Normalstande angelangt wären; dass aber noch in der Zeit, in welcher die a. aorta reichlicher als vor dem Beginn der Nervenerregung mit Blut gefüllt war, sich nun auch die venöse Abtheilung des Darmes stärker füllte, dafür kennt die Hypothese keinen Grund.

Da der Druck nur über den Schwellungsgrad der Gefässe, nicht aber über die Art seiner Entstehung Nachricht giebt, so blieb es zunächst unentschieden, ob die Füllung von einem rascheren Zuströmen zur Vene oder von einem gehemmten Abfliessen aus ihr bedingt sei. Ob aber das eine oder andere geschehen, war für die Beurtheilung des durch die Nervenerregung herbeigeführten Zustandes der Gefässe natürlich nicht gleichgiltig. Nun konnte aber eben der entstandene Zweifel nur durch die Aichung der Blutmengen gehoben werden, welche in den verschiedenen Phasen der Nervenerregung durch die Vene hindurchgehen. Zu diesen Bestimmungen musste also geschritten werden.

3. Als das nächstliegende und, soweit ich sehe, einzig mögliche Mittel für die Messung des in die Pfortader einströmenden bietet sich die Bestimmung des aus der geöffneten Vene ausfliessenden Blutes. Wieviel desselben in der Zeiteinheit aus der Pfortader hervorgeht, wird, streng richtig, mittelst des graphischen Verfahrens, dessen sich schon *Tappeiner* und *Slavjanski* bedient haben, angegeben. Da der von diesen Beobachtern [1] beschriebene Messapparat an dem kurzen Schenkel der durch die Milzvene geführten Metallröhre eben so gut angefügt werden kann, wie das im vorigen Abschnitt erwähnte Manometer zur Ermittelung des Blutdruckes, so bedarf es keiner weiteren Beschreibung der Instrumental-Hilfen. Bei der Ausführung des Verfahrens treten jedoch mancherlei Schwierigkeiten entgegen.

Soll die aus dem Rohre ablaufende Flüssigkeit ein Kennzeichen für den veränderlichen Strom in der Pfortader abgeben,

1) Diese Berichte Jahrgang 1872 u. 1873.

so müssen die Eigenschaften der Röhrenlichtung während der Dauer des Versuches unveränderlich bleiben. Diese Forderung kann gekreuzt werden durch den Eintritt einer Gerinnung des Blutes und durch das Anlegen von Theilen der Venenwand vor die innere Röhrenmündung, wenn jene bei der Entleerung der Lichtung zusammenfällt. — Von der Abwesenheit der Blutgerinnsel kann uns der Verlauf der Beobachtung oder die auf den Zustand des Röhren-Innern gerichtete Untersuchung überzeugen. Wenn eine in der Abnahme begriffene Ausflussgeschwindigkeit plötzlich wieder zunimmt und nach einem bestimmten Gesetze im Ansteigen verharrt, so dürfte der Schluss berechtigt sein, dass die zwischen den beiden raschen Strömungen liegende langsame nicht von einer Verengung der Röhre durch Gerinnsel bedingt gewesen sei. Verdächtig sind dagegen die Fälle, in welchen sich im Verlauf von wenigen Secunden ein langsameres Ausfliessen einfindet, das von da ab dauernd verharrt. Der Verdacht, dass diese Verminderung des Ausfliessens von einem Gerinnsel herrühre, kann nur dadurch beseitigt werden, dass man seine Abwesenheit geradezu darthut, indem man den Metallstab aus dem Rohre vollständig herauszieht und mit der Spritze ihren Inhalt aussaugt, vorausgesetzt, dass nicht schon das aus der freigemachten Oeffnung im Strahle hervortretende Blut die Ueberzeugung von dem flüssigen Zustand des Röhren-Inhaltes gewährt hat. Alle Versuche, in denen auch nur die geringsten Zweifel an dem vollkommen flüssigen Zustand des in der Röhre enthaltenen Blutes geblieben waren, wurden als unbrauchbar beseitigt. — Weniger sicher als die Auskunft über den eben beregten ist die über den andern Fehler zu erlangen, ob nämlich durch das Anlegen einer Wandfläche die der Leber zugekehrte Lichtung der Röhren verengt sei. Das Kennzeichen, dessen ich mich bediente, um einer guten Lage der Röhrenmündung gewiss zu sein, bestand einfach darin, dass ich die Röhre so tief einschob, bis ihr inneres Ende sicherlich über die mittleren Theile des Pfortaderstammes hinaus gelangt war, und nun durch sanfte aber rasche Drehungen und Züge die Stellung ermittelte, bei welcher der Ausfluss, soweit ersichtlich, am raschesten geschah. In dieser Stellung ward die Röhre an einem Stativ festgeklemmt oder mit der Hand unverrückt festgehalten. — Ausserdem gilt die Vorsicht, dass man von dem Augenblicke an, wo einmal die

Blutung begonnen hat, die gewünschte Messung so rasch als möglich dem Ende zuführe.

Gesetzt, es sei nach den besprochenen Richtungen hin der Versuch untadelhaft, so würde die aufgefangene Flüssigkeit jener, die in derselben Zeit durch die Arterien zum Darme geflossen war, nur dann gleich sein, wenn dessen Gefässe zu Beginn gerade so stark wie am Ende des Versuches gefüllt waren. Obwohl der positive oder negative Fehler, welcher sich aus dem Unterschiede der Anfangs- und Endfüllung des Darmgebietes ableitet, im einzelnen Falle gänzlich unbekannt bleibt, so kann man es doch als gewiss ansehen, dass er mit der Dauer des Ausflusses geringer wird. In der ersten Zeit nach Eröffnung des Venenstammes wird nicht blos die von der Arterie herkommende Flüssigkeit, es wird auch der in den Wurzeln aufgehäufte Inhalt ausströmen, bis endlich nur noch das neu hinzugekommene Blut zur Verfügung steht. Aus dieser einfachen Ueberlegung würde man es als Regel abzuleiten haben, die in den ersten Secunden einer Beobachtung aufgefangene Menge ausser Betracht zu lassen.

In der That überwiegt nun aber, wie wir sehen werden, die in den ersten Secunden ausgeflossene Menge die in den späteren hervorgetretene in weit geringerem Grade als man es wohl erwartet hätte. Hieraus darf man schliessen, dass der Widerstand im Bereiche des gesammten Messapparates nicht für so gering zu erachten ist, als er es auf den ersten Blick zu sein scheint.

Trotzdem könnte man noch voraussetzen, dass der Widerstand, den der Strom in den Verbindungsstücken zwischen Vene und Manometer zu überwinden hätte, sehr klein sei gegen denjenigen, welchen er beim Durchgang durch die Lebercapillaren zu überwinden hat. Wäre man dessen sicher, so würde man sich dabei beruhigen können, wenn man das Metallrohr einfach in den Pfortaderstamm eingeschoben hätte, ohne den Abfluss dieses letzteren gegen die Leber hin verstopft zu haben. Da diese Annahme aber keineswegs unanfechtbar ist, so habe ich in einem Theile meiner Versuche auch die Pfortader mit einem Faden umschlungen und diesen über den Ligaturstab gezogen. Durch den Abschluss der Leberwege müsste aber der Fehler, welcher durch die Anschoppung der Darmgefässe in die Ausflussbestimmungen hineinkommt, jedenfalls weit merklicher als bei den Versuchen mit offenem Lebergebiete werden, wenn man

nicht wegen der bequemen Unterbindungs-Art in der Lage wäre, den Ausfluss aus der Röhre nahezu gleichzeitig mit der Verschliessung der Pfortader beginnen zu lassen.

Aus den soeben vorausgeschickten Mittheilungen mag man entnehmen, dass ich nicht darauf ausging, die Flüssigkeitsmengen zu finden, welche beim unversehrten Thiere während des veränderlichen Erregungsgrades seiner Vasomotoren durch den Darm gehen. Meine Absicht konnte vielmehr nur darin bestehen, zu erfahren, nach welcher Richtung hin sich das durch den Darm strömende Blutvolum änderte, wenn die n. splanchnici aus dem gelähmten in den gereizten und aus diesem wieder in den gelähmten Zustand übergingen. Hierüber musste aber, das scheint mir unzweifelhaft, die von mir gewählte Anordnung des Versuches Aufschluss gewähren.

Um diese meine Ueberzeugung auch bei dem Leser zu erwecken, scheint es mir zweckmässig, aus meinen Beobachtungen die Zahlen zusammenzustellen, die über den Gang der Blutung und über das Verhältniss der letzteren zum arteriellen Drucke während einer Zeit Aufschluss geben, in welcher sich die n. splanchnici in Ruhe befanden. Das Verfahren, dessen ich mich bei der Wiedergabe der von dem Thiere gelieferten Daten bediene, ist hier dasselbe, wie in ähnlichen späteren Mittheilungen. Die Reihe der Tabelle, vor welcher »Secunden« steht, giebt die Reihenfolge der je fünf Secunden betragenden Zeiteinheiten; die Zahlen, vor deren Eingang »Druck in der arteria carotis« steht, geben den mittleren Druck für die Zeiteinheit an, unter die sie gesetzt sind. So würde also ein Druckwerth der unter 0 steht, bedeuten, dass der arterielle Mitteldruck aus fünf Secunden, die vor Beginn des Ausflusses verstrichen, die durch die Zahl ausgedrückte Höhe in M. M. Hg. erreicht hatte. Die Reihe, vor deren Eingang »Ausflussmenge« steht, enthält die Zahl der C. C. Blut, welche in je 5 Secunden ausflossen. Aus meinen gesammten hier anzuziehenden Beobachtungen sind nur die aufgenommen, bei welchen die Blutung entweder vor der ersten Reizung der n. splanchnici statt fand, oder bei welchen diese, wenn eine Reizung vorausgegangen, in einem so grossen zeitlichen Abstand von der letztern vorgenommen wurde, dass der Verdacht einer noch vorhandenen Nachwirkung jener Reizung ausgeschlossen war.

								Bemerkungen.
	1. Versuch.							
	Secunden	0	5	10	15	20		
1	Carotisdruck	39	39	36	35	35	M.M.Hg.	
	Ausflussmenge		7.5	7.5	6.3	6.3	C. C. M.	
2	Carotisdruck	43	41	38	36	34	M.M.Hg.	42 Secunden nach Beendigung einer vorausgeg. Splanchnicus-Reizung.
	Ausflussmenge		8.1	6.9	6.6	5.4	C. C. Hg.	
	2. Versuch.							
1	Carotisdruck	64	62	54	47	45	M.M.Hg.	
	Ausflussmenge		9.3	10.2	10.2		C. C. M.	
2	Carotisdruck	83	72	62	51	44	M.M.Hg.	19 Minuten nach Beendigung einer vorausgeg. Splanchnicus-Reizung.
	Ausflussmenge		7.8	8.1	7.8	6.0	C. C. M.	
	3. Versuch.							
1	Carotisdruck	87	83	77	73	73	M.M.Hg.	
	Ausflussmenge		3.9	3.9	3.7	3.5	C. C. M.	
2	Carotisdruck	65	63	58	55	53	M.M.Hg.	24 Minuten nach Beendigung einer Splanchnicus-Reizung.
	Ausflussmenge		3.6	3.9	3.6	3.6	C. C. M.	
	4. Versuch.							
	Carotisdruck	36	34	32	28		M.M.Hg.	Während des Aderlasses die Lebermündung der v. port. geschlossen.
	Ausflussmenge		7.0	6.2	6.0		C. C. M.	
	5. Versuch.							
	Carotisdruck	30	27	27	25	25	M.M.Hg.	Während des Aderlasses die Lebermündung der v. port. geschlossen.
	Ausflussmenge		4.3	2.8	1.8	1.8	C. C. M.	

Die Uebereinstimmung der Werthe, welche die Ausflussmenge in den verschiedenen Zeiteinheiten eines Aderlasses einnimmt, erwecken ein günstiges Vorurtheil für die angewendete Methode und der schon oben berührte Umstand, dass die Ausflussmenge in der ersten Zeiteinheit nicht wesentlich grösser als in den spätern ist, deutet darauf hin, dass sich der Strom in den den Ausfluss vermittelnden Röhren schon einen Widerstand bereitet, der hinreicht, um das plötzliche Zusammenfallen der Gefässwand und damit die Entleerung der gefüllten Pfortaderwurzeln zu verhindern. — Mit dem steigenden Blutverluste mindert sich der arterielle Druck. Dieser selbstverständliche Zusammenhang verdient nur deswegen einer Hervorhebung, weil die Entziehung kleiner Mengen an Blut schon bedeutende Senkungen des Druckes bewirkt.

Den Bericht über das Verhalten des Stromes während der verschiedenen Phasen der Nervenerregung, zu dem wir nun über-

gehen, beginne ich mit einer Reihe, in welcher die während des Höhe-Stadiums der Reizung gelieferten Ausflussmengen mit denjenigen verglichen werden, welche sich während der Ruhe des Nerven einstellten. Die Versuche, von denen die Rede sein soll, liefen folgendermaassen ab: die erste Blutung geschah vor der Erregung des Nerven. Nachdem die Blutleere der Darmgefässe, welche der Aderlass herbeigeführt hatte, voraussichtlich wieder geschwunden war, wurden die n. splanchnici in den tetanisirenden Kreis eingeschaltet und von dem Augenblicke an der Aderlass wieder begonnen, in welchem der Druck in der arteria carotis um ein Bedeutendes emporgewachsen war. Nachdem auch dieser Aderlass beendet, die Nerven aus dem Inductionskreise ausgeschaltet waren und sich der Carotisdruck bedeutend gesenkt hatte, nahm man einen dritten Aderlass vor. Zu der nachstehenden Tabelle, deren Zahlen durch die Ueberschriften verständlich sein werden, gehört noch die Bemerkung, dass die Lebermündung der Pfortader offen stand.

IV.

Secunden	0	5	10	15	20	
Carotisdruck in M. M. Hg.	39	39	36	35	35.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**7.5**	**7.5**	**6.3**	**6.3**	

Pause von 50 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	90	98	99	103	104.	Nerv erregt.
Ausflussmenge		**4.2**	**2.4**	**1.8**	**1.5**	

Pause von 42 Secunden

Carotisdruck in M. M. Hg.	43	44	38	36	34.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**8.1**	**6.0**	**6.6**	**5.4**	

V.

Carotisdruck in M. M. Hg.	64	62	54	47	45.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**9.3**	**10.2**	**10.2**	?	

Pause von 12 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	120	130	136	136	134.	Nerv erregt
Ausflussmenge		**3.9**	**2.1**	**1.2**	**1.2**	

Pause von 43 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	90	81	66.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**7.8**	**8.1**	

Carotisdruck in M. M. Hg.	83	72	62	51	44.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**7.8**	**8.1**	**7.8**	**6.0**	

Pause von 15 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	92	92	88	86	74.	Nerv erregt.
Ausflussmenge		**4.5**	**1.8**	**1.2**	**1.5**	

Pause von 7 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	58	50	46	40	37.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**3.3**	**3.0**	**4.2**	**3.0**	

VI.

Carotisdruck in M. M. Hg.	87	83	77	73	73.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**3.9**	**3.9**	**3.7**	**3.5**	
Carotisdruck in M. M. Hg.	104	103	98	90	82.	Nerv erregt.
Ausflussmenge		**3.7**	**2.6**	**1.5**	**1.8**	

Pause von 17 Secunden.

Carotisdruck M. M. Hg.	65	63	58	55	53.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge . . .		**3.6**	**3.9**	**3.6**	**3.6**	
Carotisdruck in M. M. Hg.	119	120	123	134	140.	Nerv gereizt.
Ausflussmenge		**1.2**	**1.3**	**0.6**	**0.2**	

Pause von 38 Secunden.

Carotisdruck in M. M. Hg.	89	74	63	54	48.	Nerv ruhend.
Ausflussmenge		**7.8**	**5.4**	**4.5**	**0.6**	

Das Ergebniss entspricht den Erwartungen, die man unter der Voraussetzung hegen musste, dass die n. splanchnici verengende Gefässnerven enthalten. In dem Höhestadium ihrer Reizung stockt der Blutstrom nahezu vollkommen. Hier tritt nun auch im Gegensatz zum Aderlass bei ruhenden Nerven die Erscheinung hervor, dass in den ersten fünf Secunden des Ausflusses während des Höhestadiums der Reizung das entleerte Volum grösser als in den folgenden Zeiteinheiten ausfällt, ein Umstand, der aus der Entleerung der noch gefüllten Vene erklärt werden kann. Da kein Beweis dafür vorliegt, dass sich schon nach Ablauf der ersten fünf Secunden die Vene ihres Inhaltes vollkommen entledigt hat, so muss es auch unentschieden bleiben, ob das Ganze oder ein Theil dessen, was in den folgenden Zeiteinheiten ausfloss, noch von der restirenden Füllung oder von neu zuströmendem Blute herrührt. — Ziehen wir aber aus allen vorliegenden Zahlen ein Mittel, so sagt dieses, dass in je fünf Secunden während der ruhenden Nerven 6. 7 C. C., während des Höhestadiums ihrer Erregung dagegen in je fünf Secunden 1. 2 C. C. M. ausflossen.

Einen gleich durchgreifenden Unterschied zeigte die arterielle Druckänderung, die während des dauernden Ausflusses stattfand, nicht. Beim ruhenden Nerven fand während des fortdauernden Aderlasses ein stetes Sinken der Hg.-Säule statt; bei dem erregten Nerven geschah dieses in der Hälfte der Beobachtungen, in den übrigen hob sie sich trotz des ununterbrochenen Aderlasses. Jedoch nur in einem Falle kam diesem Ansteigen ein grösserer Werth, nemlich 20 M. M. Hg. zu; aber es betrug auch in dieser Beobachtung der gesammte Verlust an Blut nur 2. 4 C. C. M.

Das Manometer hatte gezeigt, dass kurz nach Beginn einer jeden Reizung die Füllung der Pfortader anwuchs. Ob diese Erscheinung von einer Beschleunigung des Stromes in den Pfortaderwurzeln abhing, musste sich durch den Aderlass erweisen lassen. Zu diesem Ende musste mit dem Ablassen des Blutes 10 bis 15 Secunden vor der begonnenen Reizung angefangen und mit ihm während der Dauer der letztern fortgefahren werden. Floss nun mit der Tetanisirung der Nerven das Blut in verstärktem Maasse aus, so war es erwiesen, dass die Reizung zum Entstehen einer neuen Triebkraft Veranlassung gegeben hatte. Für dieses Geschehen sprechen die folgenden vier Versuche, in welchen während des dauernden Ausflusses die Nervenreizung jedesmal zu der Zeit begann, welche durch ein A bezeichnet ist, das zwischen den Zahlen, die den Carotidendruck bedeuten, eingeschrieben ist.

Aenderung des Stroms mit dem Beginne des Reizes.

V. 4.

Vene offen.

Secunden .	0	5	10	15	20	25	30
Carotisdruck in M. M. Hg.	90	81	66	A92	120	116	131E
Ausflussmenge		**7.8**	**8.1**	**9.0**	**9.6**	**3.3**	**0.2**

VIII. 1.

Vene offen.

Carotisdruck in M. M. Hg.	30	28	A32	44	56	58E
Ausflussmenge		**10.8**	**11.1**	**10.8**	**10.8**	**6.6**

VII. 4.

Vene offen.

Carotisdruck in M. M. Hg.	39	A49	68	66	65	63	62E
Ausflussmenge		**3.3**	**4.8**	**4.2**	**2.7**	**1.9**	**2.4**

XII. 2.

Vene von Anfang geschlossen.

Carotisdruck in M. M. Hg.	36	30A	42	67	75	70	62E
Ausflussmenge		**2.4**	**3.7**	**3.9**	**2.0**	**2.0**	**1.8**

Wenn einige Zeit nach dem Beginne der Entleerung sich ein, ob auch mässiges, Anwachsen des Ausströmens geltend macht, so spricht dieses in der That deutlich für das Auftreten einer neuen Triebkraft. Ohne eine solche würde es unverständlich bleiben, warum das Blut während des fortdauernden Aderlasses nicht mit abnehmender Geschwindigkeit ausgeflossen wäre, da sich doch der früher in den Darmgefässen aufgehäufte Vorrath stetig mindert, ohne dass er wegen des Verschlusses der zuführenden Arterien einen entsprechenden Ersatz gewinnen könnte.

Weil es nun wesentlich von dem noch vorhandenen Füllungsgrad der Gefässe abhängt, ob die Arteriencontraction den Ausfluss aus der Canüle über das vor ihr bestehende Maass emportreibt, so kann es leicht kommen, dass die dem hereinbrechenden Gefässkrampfe eigenthümliche Triebkraft zu keiner entsprechenden Aeusserung gelangt. Bei dieser Bewandniss können Beobachtungen wie die beiden folgenden nicht als Widerlegungen der Schlüsse gelten, die aus den vorher mitgetheilten Erfahrungen abgeleitet wurden.

VI. 1. Vene offen.

Secunden	0	10	20	30	40	50
Carotisdruck in M. M. Hg.	74	74	A84	136	156E	146
Ausflussmenge		**4.3**	**2.3**	**2.4**	**2.3**	**1.3**

X. 1. Vene von Anfang geschlossen.

Carotisdruck in M. M. Hg.	25	25	A36	46	43	43	45E
Ausflussmenge		**1.8**	**1.5**	**1.7**	**2.3**	**2.3**	**2.7**

Das in die Pfortaderlichtung einmündende Manometer hatte auch noch von einem zweiten Anwachsen der Füllung Nachricht gegeben, welches sich der Zeit nach hinter dem Maximum des arteriellen Druckes einstellte. Diese zweite Füllung war nicht allein durch die Zeit ihres Auftretens, sie war auch dadurch bemerkenswerth, dass sie einen grösseren Werth erreichte als die erste, welche im Beginne des aufsteigenden Arteriendruckes beobachtet wurde. Da das erste mit der Reizung eintretende Anwachsen der Füllung erwiesenermaassen von einem gesteigerten Zuflusse aus den Venenwurzeln abhängig war, so konnte man wohl mit einiger Sicherheit darauf rechnen, dass auch das zweite Maximum der Füllung von derselben Ursache herrührte. Darum war jedoch eine weitere Bestätigung dieser Unterstellung nicht überflüssig, denn es handelte sich diesmal um eine sehr eigen-

thümliche Erscheinung. Da die Beschleunigung des Stroms in die Periode des absinkenden Arteriendruckes fällt, so kann man sie nicht auf den Eintritt eines Muskelkrampfes im Bereiche der Arterienwand beziehen, und da die Stärke des Stroms den Angaben des Manometers entsprechend grösser als vor der Einschaltung des Nerven in den Inductionskreis sein soll, so kann sie von der zu prüfenden Hypothese auch nicht aus der Erweiterung des Strombettes abgeleitet werden, denn nach ihr muss dieses, solange der Druck in der Aorta noch nicht auf seinen ursprünglichen Stand zurückgekehrt ist, enger als vor dem Beginne der Reizung sein.

Bei dem Unternehmen, auch das zweite Maximum der Geschwindigkeit unmittelbar zur Anschauung zu bringen, muss sich die Blutung über die Dauer von 1 $^1/_2$ bis 3 Minuten erstrecken. So waren denn Störungen durch Gerinnung des Blutes in der Metallröhre und andere durch den jetzt nicht mehr zu vernachlässigenden Blutverlust zu erwarten. — Während der Blutung war in einigen Beobachtungen das gegen die Leber gerichtete Ende der Pfortader verschlossen, in anderen aber offen gelassen.

Trotz der mannigfachen Schwierigkeiten, mit welchen der Versuch bei seiner Ausführung zu kämpfen hat, befinde ich mich doch in der Lage, vier Beobachtungen, die an verschiedenen Thieren gewonnen sind, vorlegen zu können. Auf keinem derselben lastet der Verdacht einer Störung durch die Anwesenheit von Gerinnsel. Von einem solchen werden die Beobachtungen ohnedies durch den Verlauf der Blutung freigesprochen.

(Siehe Tabelle auf folgender Seite.)

Jede dieser Beobachtungen weist der über die Zeit veränderlichen Ausflussgeschwindigkeit einen ähnlichen Gang an, wie er für den Füllungsgrad der Vene durch das Manometer bestimmt war.

Da wir nun schon das vor und während der Reizung vorhandene Verhalten der Ausflussgeschwindigkeit kennen lernten, so werden wir jetzt nur noch auf das Stück der Ausflusscurve einzugehen haben, das sich über die Zeit nach Wiederausschaltung des Nerven aus dem tetanisirenden Kreise erstreckt. Im Beginne dieser Zeit beharrt der Ausfluss noch auf seiner geringen Mächtigkeit; sowie aber der arterielle Druck merklich gesunken ist, sieht man die Zahlen der abgelassenen Blutmenge wachsen und mehr oder weniger rasch auf eine Grösse gelangen, die in

Tabelle I.

1. Vene offen.

Secunden	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Carotisdruck in M. M. Hg.	74	74	A84	136	156E	146	138	136	135	133	131	130	125	115	107	108	?	83	82	81
Ausflussmenge in C.C.M.		4.3	2.3	2.4	2.3	1.3	1.2	1.2	1.9	2.2	2.3	1.9	1.9	2.4	1.6	2.4	?	3.1	3.5	2.1

2. Vene zu.

Secunden	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Carotisdruck in M. M. Hg.	36	30	A42	67	75	70	62E	55	50	46	43	40	37	32	29	28
Ausflussmenge in C.C.M.		2.4	3.7	3.9	2.0	2.0	1.8	1.7	1.5	1.9	2.7	2.5	3.2	3.2	3.2	3.2

3. Vene offen.

Secunden	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Carotisdruck in M. M. Hg.	A75[1])	76	76	77E	68	59	57	53	48	44	39A	49	68	66	65	63	62E	54	47
Ausflussmenge in C.C.M.		3.6	2.4	2.4	1.8	1.5	1.8	1.2	2.4	2.4	3.9	3.3	4.8	4.2	2.7	1.9	2.4	1.8	0.9

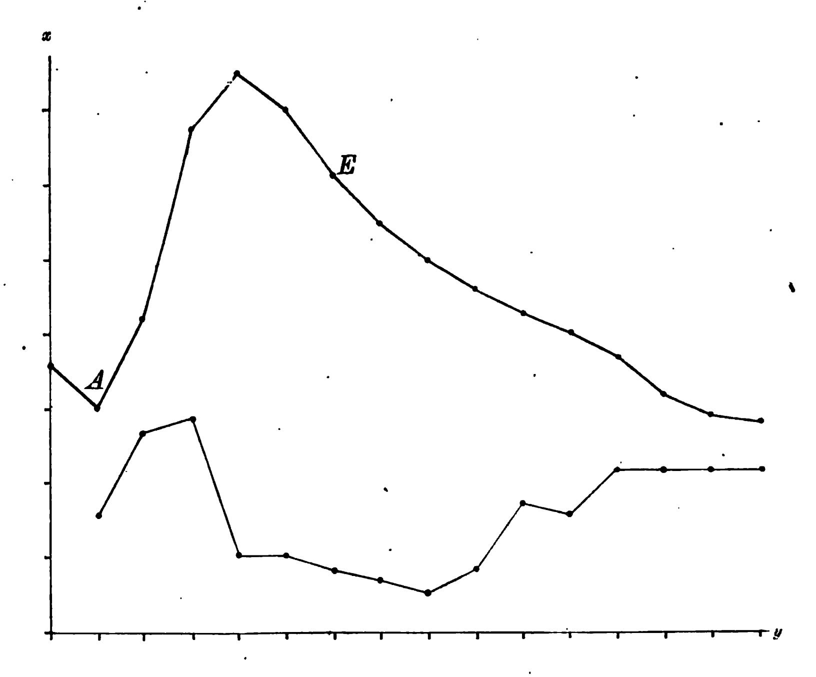
4. Vene zu.

Secunden	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Carotisdruck in M. M. Hg.	30	27	27	25	25	A36	46	43	43	45E	47	48	46	46	46	43	38	34	30
Ausflussmenge in C.C.M.		4.3	2.8	1.8	1.8	1.5	1.7	2.3	2.3	2.7	3.3	2.9	2.6	2.7	2.5	1.8	1.6	1.8	1.4

1) Vor Beginn der Reizung Druck = 30 M. M. Hg.

einigen Fällen den im Beginn der Reizung (erstes Maximum) vorhandenen Werth übersteigt oder sehr nahe an ihn heranreicht.

Da die Zahlen das Verhalten des Ausflusses zur Reizung und zum Druck genügend verdeutlichen, so werde ich mich auf eine einzige bildliche Darstellung derselben beschränken dürfen.



Die obere der beiden Linien stellt die Aenderung des Druckes in der a. carotis, die untere die Ausflussmenge aus d. v. portarum dar. Der Beginn der Reizung liegt bei *A*, das Ende derselben bei *E*. Der Zwischenraum zwischen je 2 Punkten auf der Abscisse *y* entspricht 5 Sec., auf der Ordinate *x* entspricht der Zwischenraum zwischen je zwei Punkten für die Curve des Drucks je 10 M. M. Hg.; für die Curve der Ausflussmengen je 1 C. C. M. Blutes. Der Nullpunkt der Ordinate für den Druck fällt mit dem Schnittpunkt von *x* u. *y* zusammen; der Nullpunkt für die Ordinate der Ausflussmengen fällt um 4 Ctm. tiefer, so dass die wirkliche Ausflussmenge durch Addition von je 1 C. C. M. gefunden wird. Die Figur stellt den zweiten der auf der vorigen Seite in Zahlen wiedergegebenen Versuche dar.

Von den vorgelegten Zahlenreihen verdient noch die dritte eine besondere Beachtung. In der Beobachtung, aus der sie stammt, folgte auf die erste eine zweite Tetanisirung des Nerven und zwar zu der Zeit, in welcher die Geschwindigkeit des Ausflusses über die im Beginne der Reizung vorhandene gehoben war. Als der Nerv zum zweiten Mal tetanisirt wurde und der



Druck wieder zu wachsen anfing, entleerte sich mehr Blut, als in den entsprechenden Zeiten der ersten Reizung. Dieses konnte doch nur darum geschehen, weil die Gefässe des Darmes vor dem Neubeginn der Reizung mehr Blut enthielten, als vor der ersten Tetanisirung der Nerven.

Die Bedeutung der vorgelegten Beobachtungen als Beweise dafür, dass der Strom durch die Eingeweide vor der Rückkehr des erhöhten in den ursprünglichen Aortendruck stärker als in ersten Secunden der Nervenreizung sei, wird durch den Umstand erhöht, dass sie nicht etwa eine Auslese aus einer grösseren Zahl von Erfahrung sind; sie enthalten im Gegentheil, mit Ausnahme einer einzigen, mein ganzes auf diesen Punkt bezügliches Material. Und auch diesen einen Fall behandle ich nicht darum gesondert, weil er der stärkeren Strömung in der Periode des absinkenden Aortendruckes widerspricht, sondern weil er fast zu viel beweist. Die nachstehenden 3 Zahlenreihen sind das Ergebniss des Pfortaderlasses bei 4 aufeinander folgenden Reizen. (Siehe Tabelle auf folgender Seite.)

Der veränderliche Gang der Blutung, welcher seinen Ausdruck in diesen Zahlenreihen empfängt, weicht dadurch von den bisher mitgetheilten Erfahrungen ab, dass von vorneherein der Ausfluss sehr gering ist und dass er mit dem Eintritt der Reizung nur um ein äusserst geringes, in die Grenzen der Fehler fallendes Quantum herabgedrückt wird. Dann aber, und hier beginnt die grösste Abweichung, nimmt, während der Druck noch ansteigt, die Ausflussmenge zu und hält sich mit geringen Schwankungen auf diesem höheren Stande auch während der Periode des wieder absinkenden Aortendruckes. Da dieses Verhalten mit dem aller übrigen Beobachtungen im Widerspruch ist, so kann ich mich des Verdachtes nicht erwehren, dass dieser Versuch mit einem mir freilich unbekannt gebliebenen Fehler behaftet ist.

Wenn wir nun auch die zuletzt vorgeführte Erfahrung ausser Betracht und nur die ihr vorausgehenden sprechen lassen, so gelangen wir doch zu Folgerungen, die mit der der Prüfung zu unterziehenden Hypothese nicht im Einklang sind.

Denn nach dieser musste der Aortendruck schon wieder auf seinen vor der Nervenreizung vorhandenen Stand zurückgekommen sein, sowie die Lichtungen der Darmgefässe sich dahin erweitert hatten, dass durch sie ein Strom von der Stärke

a. Vene offen.

Secunden . .	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Carotisdruck in M. M. Hg. .	96	96	A102	119	126E	102	96	96	98A	102	105	100E	94	85	79	71	63
Ausflussmenge		0.6	0.4	0.2	0.8	2.5	2.5	3.8	3.7	3.5	2.5	4.1	4.0	5.3	6.1	5.9	4.2

b. Vene offen.

Secunden . .	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Carotisdruck in M. M. Hg. .	76	76	A84	103	112	117	122E	116	115	108	100	92	81	72	64	
Ausflussmenge		0.25	0.15	0.8	1.9	3.3	2.6	3.8	3.3	3.1	2.9	3.2	2.7	3.1	3.4	

b. Vene geschlossen.

Carotisdruck in M. M. Hg. .	57	57	57	A72	76	76	76	84	87	88E	78	74	66
Ausfliessen geschl. Ausflussmenge		2.8	2.8	2.4	3.0	4.7	4.4	4.9	4.0	3.8	3.7	3.5	3.5

desjenigen gehen konnte, wie er vor der Einschaltung der Nerven in den tetanisirenden Kreis vorhanden gewesen.

Zu den Folgerungen unserer Hypothese gehörte auch die, dass mit dem Verschluss der Darmarterien und dem hierdurch bedingten Anwachsen des Aortendruckes der Blutstrom in verstärktem Maasse durch andere Gefässreviere gehen sollte. Das Mittel, welches hierüber Aufschluss verschaffen konnte, lag auf der Hand: es mussten die Gefässe des Körperabschnittes, der von einem rascheren Strome durchsetzt wurde, schwellen. Ob dieses geschehen war, konnte an durchsichtigen Theilen z. B. der Retina der blosse Anblick, an undurchsichtigen die Messung ihres Volums lehren. Beide Verfahrungsarten habe ich in Anwendung gezogen.

Zur Messung des veränderlichen Volums habe ich mich der untern Gliedmaasse des Hundes bedient. Nachdem das Thier curarisirt und dessen n. splanchnici mit Electroden armirt waren, wurde ein Bein in eines der cylindrischen Glasgefässe eingeschlossen, die *Mosso* bei seinen plethysmographischen Versuchen im hiesigen Institute gebraucht hatte. Sein Boden, in dessen Nähe die Pfote zu liegen kam, besass eine tubulirte Oeffnung, in die mittelst eines Kautschukpfropfens eine umgebogene horizontal gelagerte und calibrirte Glasröhre eingesteckt war. Um den freien Rand der obern weiten Mündung des Glascylinders war ein weiter Kautschukring gebunden, dessen freies Ende um einige C. M. den Glasrand überragte. Mittelst dieses Kautschukstreifens konnte der Oberschenkel, nachdem seine Haut rasirt war, wasserdicht an den Cylinder befestigt werden, vorausgesetzt, dass das in seinem Hohlraume enthaltene Wasser keinen Ueberdruck besass. Da der Mantel des Cylinders an zwei Orten tubulirt war, so konnte man durch die eine der Mündungen ein Thermometer, durch die andere aber Wasser in den Hohlraum bringen. War der Cylinder mit Wasser unter Ausschluss aller Luftblasen gefüllt, und darauf die zweite Tubulirung verstopft worden, so wurde derselbe horizontal gelegt und es konnte der Versuch beginnen. Während desselben wurde der Druck in der art. carotis auf den abgerollten Papierstreifen notirt, die Aenderung des Wasserstandes in der Röhre dagegen von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 Secunden abgelesen, so dass annähernd genau der zeitliche Verlauf der Druck- und der Volumänderung bekannt waren.

In den Versuchsreihen, zu denen zwei verschiedene Hunde

1. Versuch. Cu
linkes Bein im

Secunden	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1. Reizung.												
Carotisdruck	124A	170	160	169E	158	152	156	156	148	159	165	166
Wassermenge	0	0	0	+0.2	+0.2	+0.2	+0.4	+0.1	0	0	0	0
2. Reizung.												
Carotisdruck	122A	173	173	172	170E	167	164	162	170	165	167	168
Wassermenge	0	0	+0.1	+0.2	0	+0.1	0	+0.2	+0.2	+0.1	0	—0.2
3. Reizung.												
Carotisdruck	125A	162	164	165	172E	166	150	158	156	165	166	165
Wassermenge	0	0	0	0	0	+0.2	0	+0.1	0	0	0	+0.1
4. Reizung.												
Carotisdruck	140A	198	196	200	215	217	260E	241	230	216	210	207
Wassermenge	0	0	0	0	0	+0.4	+0.8	+0.4	+0.4	+0.2	0	0
5. Reizung.												
Carotisdruck	140A	170	164	184	205	224	236	243	250	250	250	248E
Wassermenge	0	0	0	0	+0.2	+0.2	+0.2	+0.6	+0.4	+0.2	+0.1	+0.1
6. Reizung.												
Carotisdruck	140A	194	216	234	246	250	250	250E	238	220	206	198
Wassermenge	0	0	0	+0.2	+0.2	+0.6	+1.0	+0.8	+1.0	+0.2	+0.1	0
7. Reizung.												
Carotisdruck	136A	148	187	180	196	216	226	226	242	244	246E	228
Wassermenge	0	0	0	0	0	+0.1	+0.1	+0.4	+0.4	+0.2	0.1	0

2. Versuch. Cu
linkes Bein im

Secunden	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1. Reizung.											
Carotisdruck	87A	132	130E	122	130	133	127	120	118	114	
Wassermenge	0	+1.0	+4.4	+3.2	0	—1.0	—1.0	—1.0	—1.4	—1.8	
2. Reizung.											
Carotisdruck	122A	160	196	192E	192	186	164	166	166	164	150
Wassermenge	0	+0.6	+3.8	+2.0	+1.0	0	0	0	—0.2	—0.2	—0.
3. Reizung.											
Carotisdruck	130A	164	172E	175	180	166	160	170	155	148	
Wassermenge	0	+2.0	+2.0	0	0	0	0	—0.8	—1.2	—0.8	
4. Reizung.											
Carotisdruck	130A	163	188E	180	180	185	160	160	165	164	150
Wassermenge	0	+3.0	+4.0	+1.5	0	0	0	—1.0	—1.0	—1.0	—0.
5. Reizung.											
Carotisdruck	140A	162	190	191	190E	172	168	178	170	152	162
Wassermenge	0	+2.0	+4.6	+3.0	+1.0	0	0	0	—1.4	—1.0	—1.
6. Reizung.											
Carotisdruck	146A	174	190	194	190E	186	176	176	167	162	156
Wassermenge	0	+2.0	+6.6	6.0	0.5	0	0	0	—1.4	—0.8	—2.

rarisirter Hund,
Plethysmometer.

60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	Summe der verdrängten Wassermenge	Summe der angesaugten Wassermenge
162 0	167 —0.1	168 —0.1	105 —0.2	164 —0.2	159 —0.2	156 +0.4	150 —0.8	148 —0.2				1.1	1.4
170 —0.2	170 —0.2	170 —0.4	170 —0.1	170 —0.1	162 0	160 —0.2	156 0	154 —0 1	152 —0.1	150 —0.1		0.9	1.7
160 0	160 0	160 0	160 0	155 —0.2	152 —0.1	150 0.1	147 0,1	144 0.1	143 0.1	140 0.1	140 0.1	0.4	0.9
204 0	200 —0.1	194 —0.1	190 —0.2	186 —0.2	183 0.4	180 —0.2	172 —0.2					2.2	1.4
238 +0.2	220 +0.1	206 0	202 0	196 —0.1	190 —0.2	190 —0.4	184 —0.4	180 —0.2	178 —0.2	174 —0.1	170 —0.1	2.3	1.7
196 0	144 0	192 0	188 0	184 —0.1	182 —0.2	178 —0.6	175 —0.2	172 —0.4	167 —0.2	164 —0.2	160 —0.4	4.1	2.3
208 0	206 0	193 0	185 0	184 0	180 0	186 0	188 0	176 0	172 —0.2	168 —0.1	165 —0.2	1.3	0.5

rarisirter Hund,
Plethysmometer.

110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	Summe der verdrängten Wassermenge	Summe der angesaugten Wassermenge
										8.6	6.2
156 —0.8	152 —0.4	140 —0.4								7.4	2.2
										4	2.8
145 —0.6	145 —0.8	152 —0.6	153 —0.2	152 —0.1						8.5	5.9
150 —1.6	154 —0.8	156 —1.6	145 —0.2							10.6	8.2
146 —0.8	156 —0.6	156 —1.2	155 —0.6	158 —0.6	142 —0.4	158 —1.0	146 —0.4	146 —0.2	138 —0.4	14.5	10.6

dienten, trat jedesmal in Folge der Erregung beider n. splanchnici eine Vermehrung des Volums auf das deutlichste hervor, wofür die beiden vorstehenden Protocolle Zeugniss ablegen.

An jedem der beiden Thiere wurde eine Anzahl von Reizungen der n. splanchnici vorgenommen, die in der Reihenfolge, in welcher sie ausgeführt wurden, in die Tabelle eingetragen sind. Bei seiner Wiedergabe zerfällt also jeder Versuch in eine Anzahl von Abtheilungen. Jede dieser letztern besteht aus zwei Zahlenreihen, von denen die obere den in je 5 resp. 10 Secunden vorhandenen Mitteldruck in der a. carotis nach M. M. Hg. gemessen anzeigt, die untere aber die in derselben Zeit eingetretene Veränderung des Volums in C. C. M. angiebt. In dieser letztern Reihe sagt ein + vor der Zahl aus, dass die Füllung des Oberschenkels um so viel zu, ein —, dass sie um so viel abgenommen habe. Der Anfang und das Ende der Reizung des Nerven ist in der Reihe des Carotisdruckes durch ein A und E bezeichnet.

Obwohl unverkennbar eine Abhängigkeit zwischen den Aenderungen des Gliedervolums und des Druckes besteht, so ist sie doch keineswegs einfacher Art. Dieses zeigt sich schon darin, dass nicht jedesmal mit dem Anwachsen des Druckes auch der Blutgehalt des Beines zunimmt. Ist aber der Druck erst im Stande der Gliedmaasse einen grösseren Blutgehalt zuzuführen, so sieht man das Wachsthum des Volums, auch wenn von nun an der arterielle Druck gleich bleibt, oder sogar im Sinken begriffen ist, noch fortdauern. Allmälig erreicht jedoch das Wachsthum seine Grenze und es bleibt das Volum mehr oder weniger lange auf einem unveränderlichen Werthe, trotzdem dass zu dieser Zeit der Arteriendruck auf- und abschwankt.

Wenn aber erst dieser letztere in regelmässiger und stetiger Weise absinkt, so geschieht dasselbe mit dem Blutgehalte des Beines. — Aus einer Vergleichung der Erfolge verschiedener Reizungen bei demselben Thiere geht deutlich hervor, dass der gesammte Volumzuwachs des Gliedes sowohl von der Höhe, auf welche der Druck gestiegen, wie von der Zeit während welcher er auf derselben verharrte, abhängt; wie das Verhältniss zwischen den Integralwerthen der Druck- und Volumcurve genauer beschaffen sei, lässt sich nicht erkennen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Volum anwächst, ist grösser als die, mit der es abnimmt, was theilweise von dem zeitlichen Verlaufe der Druckänderungen in der Aorta abhängen



mag. Unzweifelhaft liegt hierin aber nicht der einzige Grund, da das Glied wiederholt noch nicht zu seinem früheren Umfang zurückgekommen war, trotzdem dass der Arteriendruck sich auf seine Höhe vor der Reizung herabgesenkt hatte.

Wenn man sich die zeitlichen Aenderungen vergegenwärtigt, welche der Härtegrad der Gefässwand, selbst nach der Lähmung ihrer Nerven erfahren kann und ausserdem noch bedenkt, wie sehr die Elasticitäten und Dimensionen der verschiedenen, in dem Gliede vorhandenen Gefässe von einander abweichen, so wird man es nur begreiflich finden, dass sich die Abhängigkeit, in welcher das Blutvolum des Beins zu dem Druck in der Aorta steht, weder allgemein giltig, noch einfach gestaltet.

Nicht minder augenfällig wie auf das Bein lässt sich der Einfluss des emporgehobenen Aortendruckes auch auf den Füllungsgrad der Retinalgefässe nachweisen. Diese Thatsache ist, soviel mir bekannt, zuerst von Weber [1]) beobachtet worden; er giebt an, dass während der Reizung der n. splanchnici und der Compression der Aorta der Bulbus härter, die Blutgefässe und insbesondere die Venen der Retina gefüllter werden. Die Versuche, durch welche ich diese Angaben bestätigen und vervollständigen kann, habe ich in Wien mit Unterstützung des Augenarztes *Dr. Hock* angestellt. Die Thiere, an welchen die Retina beobachtet werden sollte, wurden entweder von einer Pfoten- oder einer Halsvene aus mit Curare vergiftet, und ihnen entweder in die a. cruralis oder in die a. carotis behufs der spätern Druckmessung eine Canüle gesetzt. Für das Resultat an der Retina war die Wahl des einen oder andern Ortes vollkommen gleichgiltig. Die n. splanchnici wurden durchschnitten und armirt. Die Retina selbst ward mit dem Augenspiegel vor und nach der Curarevergiftung und während einer Zeit beleuchtet, die einige Secunden vor Beginn der Nervenreizung anfing und durch eine Minute nach Vollendung derselben fortdauerte.

1. Nach der Curarisirung bietet der Augengrund nur geringe Veränderungen gegen den Normalzustand dar; sie bestehn in einer etwas beträchtlicheren Füllung der venösen Netzhautgefässe.

2. Nach Durchschneidung der n. splanchnici ist der Sehnerve,

1) Bericht des Ophthalmologen-Congresses 1860.

welcher normaler Weise röthlich gelb erscheint, ins Strohgelbe gefärbt, die Gefässe, vor allem die venösen, sind wesentlich verdünnt.

3. Einige Secunden nach der Splanchnicusreizung färbt sich der Sehnerve immer lebhafter roth; die venösen Gefässe werden immer breiter und schlängeln sich. Bei zwei Thieren sah ich in einer dieser Venen gegen die Peripherie hin die beim Menschen mit der Embolie der Centralarterie verknüpfte Erscheinung der fortschreitenden Bewegung der Blutsäule; besonders schön füllte sich bei einem Thiere mit der beginnenden Reizung ein mehrfach anastomosirendes Venennetz, — welches die beiden grossen an entgegengesetzten Seiten austretenden Netzhautvenen auf dem Sehnerven mit einander verband, einen schönen Venenpuls zeigte und etwa eine Minute nach der Reizung wieder vollkommen verschwand.

Dieses Netz füllte sich bei jeder neuen Reizung wieder.

Durch die mit höchster Deutlichkeit hervortretenden Resultate der beiden letzten Versuchsreihen wird es nun auch für den Hund festgestellt, dass der gereizte n. splanchnicus seine Wirkungen über seinen Verbreitungsbezirk hinaus erstreckt und zwar wesentlich dadurch, dass er eine veränderte Vertheilung des Blutes herbeiführt.

Wenn man am Schlusse der vorgelegten Beobachtungen den thatsächlich ermittelten Vorgang mit der am Eingange dieser Abhandlung wiedergegebenen Vorstellungsreihe vergleicht, so findet man bis zu dem Höhestadium der Reizung beide in genügender Uebereinstimmung. Mit dem Beginn der Reizung schliessen sich die den n. splanchnici zugeordneten Arterien, und weil damit dem Aorteninhalt ein bequemer Abzugsweg verstopft wird, so fängt der arterielle Druck sogleich zu steigen an. Indess entleert sich auch das Stromgebiet des n. splanchnicus und da es an die Stelle des abgegebenen Blutes kein neues aufzunehmen vermag, so muss sich nothwendig der andere noch wegsame Theil des Gefässsystems stärker als bisher füllen. Unter diesem neuen Zufluss erreicht die Spannung innerhalb der Aorta eine Höhe, vermöge welcher ihr Inhalt nun auch andere mit einer stärkeren Elasticität begabte Theile merklich ausdehnen und das Gleichgewicht zwischen der vom Herzen kommenden und aus der Aorta ausströmenden Blutmasse wieder herstellen kann. Wenn jetzt, nach der Ausschaltung der Nerven aus dem tetani-



sirenden Kreise, die Zusammenziehung der dem n. splanchnicus unterworfenen Gefässmuskeln allmälig nachlässt, so hätte man nach der Hypothese erwarten müssen, dass die Reihe der Erscheinungen, wenn auch in gedehnterer Zeitfolge, in umgekehrter Ordnung abliefe. In dem Maasse, als sich Nieren und Darmarterien wieder öffneten, müsste wegen des erleichterten Abflusses der Druck in der Aorta sinken; es müsste in Folge hiervon der Strom durch die Gliedmaassen und den Kopf, beziehungsweise das Volum der letzteren abnehmen und in demselben Umfange, in welchem dieses geschähe, müsste der Blutgehalt des Darmes wachsen, bis schliesslich wieder alle Theile auf dem vor der Reizung vorhandenen Füllungsgrade angelangt wären. — Dass der Verlauf der Erscheinungen beim Rückgang des hohen Druckes sich derart verhalte, kann man aus meinen Beobachtungen zwar herausdeuten, aber man kann es aus ihnen nicht beweisen. Eine wesentliche Lücke derselben besteht nemlich darin, dass die mit der Zeit veränderlichen Blutvolumina des Splanchnicusgebietes und der Extremitäten nicht von demselben Thiere gleichzeitig dargestellt worden sind. Die fehlende Ergänzung dürfte um so nothwendiger sein, weil es fast scheint, als ob die Thatsachen mit den aus der Hypothese fliessenden Anschauungen im Widerspruch wären. Oefter war, bevor noch der Druck zu seinem vor der Reizung vorhandenen Stande zurückgekehrt war, die Stromgeschwindigkeit in der Pfortader über das Maass beim Beginne der Reizung gewachsen, und es war umgekehrt das Volum des Gliedes noch nicht wieder bis zur Höhe vor der Reizung gesunken, obwohl dieses mit dem arteriellen Drucke schon der Fall war. Träte dieses Verhalten in einem Thiere zugleich hervor, so würden die Volumina des Beins, des Darms und der Aorta grösser als vor der Reizung geworden sein. Selbstverständlich könnte dann nicht weiter davon die Rede sein, dass die Blutmenge, welche das Volum der Extremitäten bei steigender Splanchnicusreizung vermehrt, aus dem Gebiete dieses Nerven bez. aus den Darmgefässen käme. Da sie unzweifelhaft aus dem Rumpfe stammt, so würden sich die schwer zu beantwortenden Fragen erheben, aus welchem Theil desselben sie komme und aus welchen Gründen sie zur Zeit der Splanchnicusreizung den Ort verlässt, welcher einer unmittelbaren Einwirkung des Nerven nicht ausgesetzt ist. An eine Erledigung derselben wird man natürlich erst dann denken, wenn sich

durch die Ausführung der oben vorgeschlagenen Versuche die Unhaltbarkeit der gegenwärtigen Annahmen erweisen sollte.

Nachdem ich gefunden, dass die Reizung der n. splanchnici einen Theil des bis dahin im Rumpfe enthaltenen Blutes in die Gliedmaassen hinübertreibt, war ich begierig zu erfahren, wie sich die Vertheilung des Blutes während eines Erstickungsanfalles bei den Thieren verhalte, an denen beiderseits die n. splanchnici durchschnitten waren. Zu diesen Beobachtungen wurden die beiden Thiere benutzt, welche die auf p. 270, 271 mitgetheilten Tabellen geliefert haben. Die Erfolge der Erstickung sind in den nachstehenden Tabellen verzeichnet, welche dieselbe Anordnung wie die auf den Seiten 270, 271 besitzen. Der Zeitpunkt, zu welchem die künstliche Athmung unterbrochen wurde, ist in der Reihe der Carotidendrücke mit einem E bezeichnet.

Erstickung

Secunden	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	11[illegible]
Carotisdruck in M. M. Hg.		134E	147	152	162	170	172	174	175	178	163	16[illegible]
Wassermenge in C. C. M.		0	0	0	+0.2	+1.2	+1.8	+0 8	+0.4	+0.1	0	[illegible]
Carotisdruck in M. M. Hg.		138E	150	163	174	182	184	186	182	158	143	11[illegible]
Wassermenge in C. C. M.		0	+1.4	+0.4	+0.6	+0.6	+0.2	+0.2	—0.2	—0.4	—1.6	—[illegible]

Aus den Zahlen ist zu ersehen, dass mit dem Eintritt der Erstickung trotz bestehender Lähmung der n. splanchnici der arterielle Druck anwächst und dass hierbei, wie bei der Reizung der ebengenannten Nerven, der Blutgehalt der Extremitäten zunimmt. Zu dieser Mittheilung kann ich noch hinzufügen, dass auch die Blutgefässe der Retina während der Erstickung in vermehrte Füllung gerathen. Auch diese Thatsachen fordern zu einer erneuten Prüfung auf. Denn wenn, wie wir aus den Erfahrungen von *Asp, Kowalewski-Adamük* und *Mosso* wissen, der Organismus auch bei gelähmten n. splanchnici noch über Mittel gebietet, durch welche die Arterien der Unterleibseingeweide geschlossen und ihr Blut in die Hohlvenen entleert werden kann, so fehlt uns doch gegenwärtig noch der Beweis dafür, dass hierin die Ursache der relativen Blutleere des Rumpfes zu finden sei, die, wie wir aus den folgenden Zahlen sehen, bei der Erstickung eintritt.

ersuche.

120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	255
166	168	171	160	144	126	117	108	97	80	72	63	56	50	48
+0 1	0	0	0	—0.1	—0.8	—1.0	- 0.2	—0.6	—0.4	—0.6	—0.4	—0.4	—0.4	—0.2

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.